Nº 11 Cr$2.500,00

ABC da ELETRÔNICA

(REVISTA-CURSO)

• TEORIA:

- OS IMPORTANTES "RESISTORES DEPENDENTES" E O SEU USO COMO SENSORES DE LUZ, CALOR, ETC.
- **EXPERIÊNCIAS** E CONSELHOS PARA UMA PERFEITA UTILIZAÇÃO DE **LDRs, TERMÍSTORES**, ETC.

PROF. BEDA MARQUES

ESTES SÃO MEUS PRIMOS MAIS "SENSÍVEIS"... O **LDR** E O **TERMÍSTOR**!

PRÁTICA:

- DOIS APLICATIVOS DE FÁCIL REALIZAÇÃO:
- TERMO-MONITOR
- LUZ RÍTMICA PARA CARRO

SEÇÕES:

- ARQUIVO TÉCNICO:

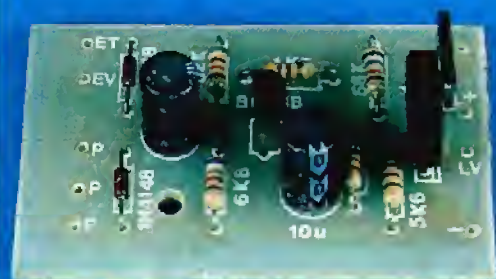
APRENDA A LIDAR (INTERPRETAR, CONVERTER, "TRADUZIR"...) COM AS GRANDEZAS ELÉTRICAS, SEUS MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS!

- TRUQUES & DICAS:

"LIÇÃO-RELÂMPAGO" SOBRE O FOTO-TRANSÍSTOR E MAIS: IMPROVISANDO EFETIVOS SENSORES DE LUZ E DE CALOR, COM LEDS E DIODOS "COMUNS"!

E MAIS:

- ESCLARECIMENTOS DAS DÚVIDAS DOS LEITORES/"ALUNOS"...

TERMO-MONITOR

LUZ RITMICA PARA CARRO

EDITORA

EMARK ELETRÔNICA

Diretores
Carlos Walter Malagoli
Jairo P. Marques
Wilson Malagoli

WAN DY

Diretor Técnico
Beda Marques

Colaboradores
José A. Sousa (Desenho Técnico)
João Pacheco (quadrinhos)

Publicidade
KAPROM PROPAGANDA LTDA
(011) 223-2037

Composição
KAPROM

Fotolítos de Capa
DELIN
Tel. 35.7515

Fotolíto de Miolo
FOTOTRACO LTDA

Impressao
Editora Parma Ltda

Distribuição Nacional c/ Exclusividade
FERNANDO CHINAGLIA
DISTR. S/A
Rua Teodoro da Silva, 907
- R. de Janeiro (021) 268-9112

ABC DA ELETRÔNICA

Kaprom Editora, Distr. e Propaganda Ltda - Emark Eletronica Comercial Ltda) - Redaçao, Administração e Publicidade
R. Cal Osorio, 157
CEP 01213 - Sao Paulo-SP
Fone: (011)223 2037

EDITORIAL

Aprender não é FÁCIL... Nem DIFÍCIL... A assimilação de novos conceitos, a memorização, o raciocínio, tirar conclusões, organizar as informações recebidas, a nível puramente mental, são ações **automáticas** do animal/Homem! A Natureza dotou-nos de todos esses especiais "sentidos" simplesmente porque **eram precisos**, necessários à própria preservação e sobrevivência da espécie humana!

De novo afirmamos: **aprender** não é DIFÍCIL, nem FÁCIL... É simplesmente, NATURAL! É "deixar fluir", dedicar uma atenção simples e direta, sem esforços cansativos, mas também sem descaso!

ELETRÔNICA, como todo e qualquer outro ramo ou segmento do conhecimento humano, é de aprendizado tão **natural** e biologicamente "automático" que, na verdade, só não entende quem realmente **não quer**! Com um embasamento mínimo (saber ler e dominar as elementares operações matemáticas...), qualquer pessoa, desde a mais tenra idade, pode compreender os conceitos básicos da ELETRICIDADE e, em seguida, da Eletrônica...

Entretanto, infelizmente, ao longo de décadas, criou-se uma "aura" de hermetismo de dificuldade, de "coisa apenas para altos entendidos", de matéria apenas acessível a quem dominasse elevadas matemáticas e outros conhecimentos de física teórica! Esse falso "endeusamento" da ELetrônica, naturalmente "espantou" muita gente que, pretendendo aprofundar-se no assunto, esbarrou em jargões cifrados, figuras cabalísticas e outras "invenções" de quem, na verdade, NÃO QUERIA QUE TODOS SOUBESSEM O QUE ELES SABIAM!

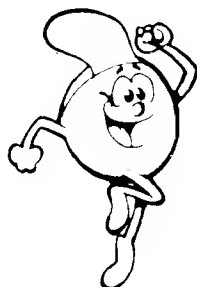
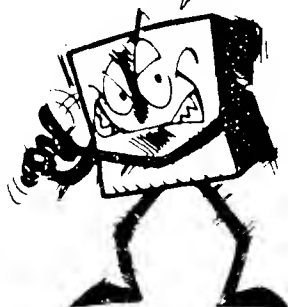
Não é "paranóia", não! Na história da Humanidade, há inúmeros registros de "castas" ou "seitas", que prevalecendo-se de detalhes elementares - que porém eram de seu **conhecimento** exclusivo - "deitavam e rolavam" sobre o restante da população, **inclusive** sobre os (politicamente...) poderosos do local e da época! Um exemplo clássico: os sacerdotes do antigo Egito, que a partir de uma ou outra "coisinha" que sabiam de Astronomia elementar (que lhes permitia prever com razoável precisão um simples eclipse ou elaborar uma "tabela" de fases lunares, esss coisas...), "posavam" de mágicos e "confidentes dos deuses", com o que mandavam e desmandavam até no próprio Faraó e curriola! Tinham, por isso, elevadíssimo **status**, enquanto que o restante do povão, literalmente, "pastava"...! Esses preciosos conhecimentos elementares de astronomia e matemática simples eram, então, guardados e defendidos com "unhas de dentes", e apenas repassados a "iniciados" cuidadosamente escolhidos no sentido de perpetuar a "casta"!

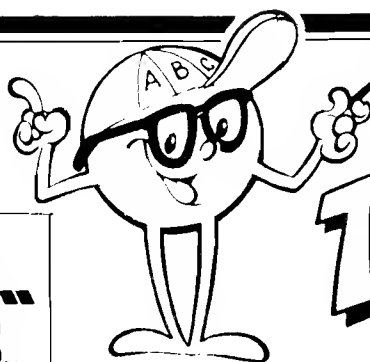
Somos, nós de ABC, assumidos terroristas contra essa estrutura de DETER O CONHECIMENTO PARA DETER O PODER! Toda a própria estrutura, cronograma e organograma do nosso modesto "Curso" foi elaborada no sentido de "desmistificar", de **provar** que qualquer um **pode** assimilar os conceitos básicos de Eletrônica (não queremos "formar Engenheiros", mas apenas possibilitar a VOCÊ, jovem estudante de qualquer área, profissional de qualquer ramo, dona de casa, "curioso", agricultor, varredor de rua, executivo de multinacional e os "escambáu", o entendimento elementar do assunto!).

Todos os que acompanham ABC desde sua primeira "Aula", podem com certeza, atestar e comprovar essa "filosofia" e a sua inegável validade! "Nêgo" que, um ano atrás, ainda chamava Transístor de "**essa resistênciazinha preta, aí**", hoje **sabe** o que é, o que faz, como faz e o que dá para elaborar a partir desse fantásticamente simples componente! E esse incrível conhecimento "veio" naturalmente, sem nenhum esforço sobre-humano!

É assim o ABC...! VOCÊ, Leitor/"Aluno" que só agora tomou conhecimento da nossa "Escola", pode **acreditar** nas suas possibilidades e no seu próprio potencial! Se duvidar, troque correspondência com os "colegas de Curso", e comprove. São quase 40.000 "alunos" (e isso supondo que cada um "esconda" seus Exemplares/"Aula" e não o compartilhe com ninguém...) que - podemos afirmar - GOSTAM DA "ESCOLA"! Quem puder, que encontre (e indique) outra escola, por aí, tão intensamente "gostada"...

O EDITOR

EU ESTAREI NA PROXIMA AULA

E EU TAMBÉM

ÍNDICE - ABC -

PAGINA

"Os Resistores "Dependentes"...

(SENSORES DE LUZ, CALOR, TENSÃO, PRESSÃO E OUTRAS MANIFESTAÇÕES EXTERNAS DE ENERGIA).

RESISTORES ESPECIAIS QUE, APARENTEMENTE, "NÃO OBEDECEM" À LINEARIDADE IMPOSTA PELA RÍGIDA LEI DE OHM! AS CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMENTO E A UTILIZAÇÃO DE LDRs, TERMÍSTORES, VDRs, E OUTROS "RESISTORES" CUJO VALOR ÔHMICO MOMENTÂNEO "DEPENDE" DE FATORES EXTERNOS (E TAMBÉM UMA EXPERIÊNCIA "MULTI-APLICÁVEL"...).

Quando, na 1ª "Aula" do ABC, explicamos o funcionamento e a função do mais fantasticamente SIMPLES (porém de aplicação praticamente IMPRESCINDÍVEL, em **todos** os circuitos...) componente, o RESISTOR, aproveitamos para "jogar em cima" dos Leitores/"Alunos", basicamente **toda** a carga de matemática realmente necessária aos cálculos elementares de Eletro-Eletrônica...! Foi assim que, logo "de cara", a importantíssima LEI DE OHM, no seu enunciado básico, e nas fórmulas simples que dela derivam, foi explicada, ficando como principal axioma a rigorosa INTERDEPENDÊNCIA das três grandezas elétricas (a CORRENTE, a TENSÃO e a RESISTÊNCIA).

Aprendemos, então, que o mais simples dos "circuitos" (a palavra "circuito" tem raiz comum com o termo "círculo", significando algo "fechado", cujo "fim retorna ao seu começo", como parece óbvio...) não passa de uma FONTE de CORRENTE, manifestando nos seus terminais uma determinada TENSÃO, e com os tais terminais interligados por uma RESISTÊNCIA, através da qual se desenvolve a **Corrente**, num valor **diretamente** proporcional à **Tensão** e **inversamente** proporcional à **Resistência** (se já "deslembraram", vão lá, releiam as fórmulas, que são importantíssimas, o "esqueleto" matemático de **tudo** o que Vocês aqui aprendem!).

Para entender perfeitamente o "comportamento" e a validade dos RESISTORES "DEPENDENTES", objeto da presente "Aula", vamos, então a um pequeno "recordatório", observando em diagrama as "coisas que acontecem" no citado circuito elementar... Logo em seguida, começaremos a falar nos tais resistores especiais, que aparentemente conseguem "enganar" a irredutível Lei de Ohm, através de "truques" realizados a partir dos próprios materiais do qual são feitos!

A presente "Lição", embora titulada de "Teórica" (para obedecer ao organograma normal de ABC...) tem, na verdade, imensas e valiosas informações **Práticas** quase "nenhuma matemática"... São conceitos de **grande** importância para a futura "vida eletrônica" do "Aluno", colocados de forma genérica, porém bastante abrangente! Procurem, então, "pegar" bem tudo o que for aqui explicado...

●●●●●

- **FIG. 1** - Recordando: um Resistor comum, "fixo", "R", submetido a uma Tensão "V", proveniente - por exemplo - de pilhas ou bateria "B", é automaticamente percorrido por uma Corrente "I", cujo valor ou "tamanho" (em Ampéres) é rigidamente determinado pela Tensão "V" (em Volts) dividida pela Resistência "R" (em Ohms). Supondo então que a bateria B da figura mostra 9V em seus terminais, e sabendo que o Resistor R tem um valor ôhmico de 100, temos **certeza** de que a Corrente I tem o valor de 90mA (0,09A). Se alguém aí "duvida", é só "fazer a conta"... Essa "certeza" baseia-se no fato, principalmente, do Resistor ter um valor "imutável", ou seja: ele é construído, como componente, para **NÃO SOFRER** influências externas, mantendo seu valor com bastante rigidez e precisão, sob quaisquer das circunstâncias previsíveis - que tenha que "enfrentar"! NA VERDADE, o valor ôhmico de R varia, sim, devido a fatores como: a TEMPERATURA, a PRESSÃO (exercida sobre ele pelo meio/fluído onde esteja,

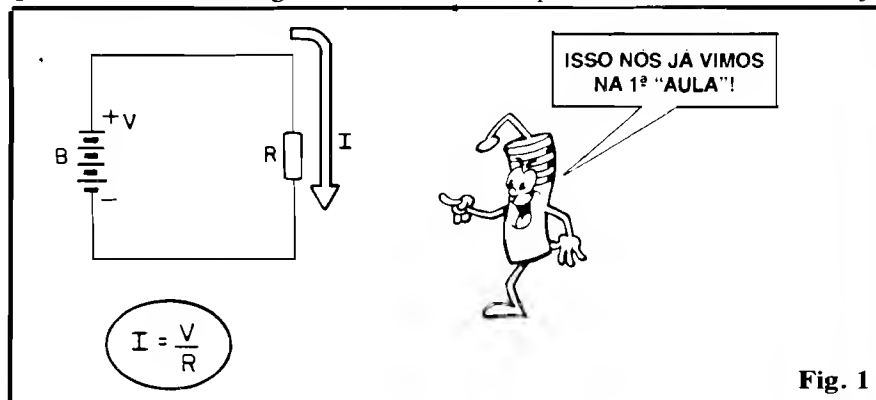



Fig. 1

ou "forçada", fisicamente, por um vetor mecânico externo), a UMIDADE, RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS DIVERSAS, etc. Acontece, porém (graças aos cuidados com que o componente é produzido...) que os **limites** dessas eventuais variações de valor situam-se em **minúsculos percentuais**, com relação ao valor nominal do componente! Atrevemo-nos a dizer que - no caso do Resistor/Exemplo, de 100R - o máximo de variação externamente "induzida", deverá ficar em alguns **centésimos de ohms**, ou - em situação/circunstância **muito** radical, em torno de um **décimo de ohm** (ou seja: uma **fração de um por cento** do total ôhmico do componente)! Variações dessa ordem são - na prática - "desprezíveis", incapazes de alterar perceptivelmente o funcionamento ou os parâmetros de circuitos ou aplicações (mesmo porque os próprios cálculos de projetos sempre "embutem" uma razoável "margem de segurança", determinando tolerâncias tão largas quanto possíveis, na fixação de valores...). Assim, salvo em aplicações científicas **extremamente** rígidas, podemos considerar **inexistentes** essas "minusculíssimas" variações externamente induzidas...

•••••

A essa rígida e confiável interdependência (Tensão/Corrente/Resistência), chamamos de "LINEARIDADE"... Mesmo considerando que podíamos simplesmente substituir o tal resistor fixo R por um componente "ajustável" (um **trim-pot** ou um potenciômetro - vejam a 1ª "Aula"...), a "imutabilidade" permaneceria, pelo menos para **cada** ajuste dado ao dito componente! Para efeito de cálculo, **depois** de ajustado (sem ninguém "fuçando" no seu eixo ou **knob**...), um **trim-pot** ou um potenciômetro não passa de um... resistor fixo!

•••••

- **FIG. 2** - Por enquanto, "queremos porque queremos", que o valor do Resistor seja fixo e imutável (eventualmente submetido a variações **tão** pequenas, que podemos "fingir" inexistentes...). Acontece que EXISTE a possibilidade industrial (e ela é efetivamente "aproveitada"...) de se fazer Resistores especiais, cujos valores variem largamente, de forma "automática", quando submetidos justamente aos fatores externos já mencionados (RADIAÇÕES ELETROMAGNÉTICAS, CALOR, PRESSÃO, etc.)! São os chamados RESISTORES "DEPENDENTES", que no universo dos componentes e aplicações, mostram **enorme** utilidade, justamente no sensoreamento, na "quantificação" ou medição dos tais "fatores externos"! Na presente "Lição", estudaremos genericamente vários desses RESISTORES "DEPENDENTES"... Observem, na figura, que o próprio símbolo do tal Resistor "Dependente" é diferente daquele adotado para o Resistor comum, "imutável"... Uma "setinha" inclinada, trespassando o retângulo convencional, indica justamente a "variabilidade" do valor ôhmico, enquanto que um círculo abrangendo o conjunto, denota a eventual presença de um encapsulamento especial... Verifiquem então que, "matematicamente", não temos mais como prever o valor da Corrente I a partir do prévio conhecimento da Tensão V e da Resistência R! Esses dados são **insuficientes**, exatamente porque o próprio valor ôhmico de R, no caso, DEPENDE de **fator externo**! Entendam: a Lei de Ohm **está lá**, mas não mais "sozinha" (já que - por exemplo - enquanto Você estiver fazendo o cálculo de I = V/R, o próprio valor de R poderá estar mudando, influenciado pelo tal "fator externo").

Fig. 2

•••••

Ao contrário do que pode parecer a uma primeira análise, essa variação de valor externamente induzida, **não é** uma "deficiência" - muito pelo contrário! Podemos considerá-la, sim, como uma interessante "habilidade"! Essa habilidade permite ao tal Resistor "Dependente" agir como sensor, dotando um circuito eletrônico de certa inteligência...! Isso mesmo! Incluindo um "Resistor Dependente", um módulo eletrônico poderá "ver", "sentir a temperatura", "ouvir" e até apresentar o sentido do "tato"! Deixa, assim, de ser algo imune e xenófobo, e passa a interagir, a "comunicar-se" com o ambiente e com o Mundo, recebendo dele informações que podem ser processadas, medidas, analisadas...

A variação da Resistência, externamente induzida, pode comandar variações de Corrente e de Tensão, internas ao circuito... Tais variações, ou usadas diretamente, ou utilizadas após amplificação, têm inúmeras aplicações extremamente úteis!

São, na verdade, **muitos** os "fatores externos" que podem ser usados para causar variações proporcionais no valor ôhmico de um componente especialmente construído... Entretanto, salvo a nível puramente laboratorial ou de pesquisa científica avançada, os Resistores Dependentes mais comuns, no dia-a-dia da Eletrônica prática, podem ser agrupados sob as seguintes classificações:

- **LDR** - Nome dado aos RESISTORES DEPENDENTES DA LUZ (as iniciais são da expressão inglesa correspondente...).
- **TERMÍSTOR** - São os RESISTORES DEPENDENTES DA TEMPERATURA.
- **VDR** - (ou **VARÍSTOR**) - Esses são os RESISTORES DEPENDENTES DA TENSÃO ("VDR" são as iniciais dessas palavras, em inglês).
- Além desses, no uso prático moderno, temos também alguns RESISTORES DEPENDENTES DA PRESSÃO.

●●●●●

- **FIG. 3** - Entre os diversos "Resistores Dependentes", certamente um dos mais utilizados é o LDR (**Light Dependent Resistor**). Enquanto, nos resistores comuns, o "percurso resistivo" é feito de carbono, ou de fios metálicos em ligas apropriadas, num LDR esse "caminho" é industrialmente elaborado na forma de uma **pista** de sulfito de cádmio, cuja exata composição química, largura e comprimento, determinam as características do componente. Essa pista repousa sobre uma base isolante (plástico, fibra, vidro, cerâmica, etc.) e recebe terminais metálicos, externamente acessíveis, nos seus extremos (para que o componente possa ser ligado aos circuitos e aplicações). Para que a delicada pista fique protegida, uma campânula, ampôla, cobertura ou janela, de vidro, acrílico transparente, ou verniz, veda o componente (permitindo a passagem da LUZ, mas impedindo a entrada de umidade ou outros fatores que possam danificar a pista ou "influenciar" o comportamento do componente). A figura mostra alguns dos modelos ou formatos mais comuns de LDR, fixando-se nos componentes de uso geral... Existem **outros lay outs** ou encapsulamentos, porém de uso específico, e que não vem ao caso agora... Observem também, na figura, o SÍMBOLO utilizado para representar o componente nos diagramas de circuitos. Uma "coisa" que é importante notar, desde já: o LDR é um componente **NÃO POLARIZADO** (como um resistor comum...), ou seja, seu comportamento elétrico **não** depende de "qual terminal está ligado ao **positivo** ou ao **negativo**", já que não existem junções semicondutoras "lá dentro"...

Fig. 3

- **FIG. 4-A** - Basicamente, a reação do LDR, enuanto resistor dependente da LUZ, é a seguinte: quando na escuridão, seu valor ôhmico é bastante elevado (pode, em alguns modelos, atingir a marca de várias Megohms); já sob luz forte, sua Resistência cai para valores bem mais baixos (chegando até poucas dezenas de Ohms, em alguns modelos). Observem, no exemplo "dinâmico", que o hipotético LDR colocado como única "carga" circuital para a bateria B (Tensão de 6V), no "claro" apresenta uma Resistência de apenas 100R (o que determinaria uma Corrente de 60mA, no circuito/exemplo), enquanto que, sob completa escuridão, mostra um valor de 1M (reduzindo a Corrente circulante a meros 6uA...). Notem que um bom deteminador da SENSIBILIDADE de um LDR situa-se na própria **relação** entre seu **maior valor ôhmico** (que ocorre na escuridão) e o seu **menor valor ôhmico** (que se dá sob luz forte)! O componente/exemplo da fig. 4-A apresenta uma relação bastante elevada, na casa de "10.000" (1.000.000/100) e pode, então, ser considerado de **grande** sensibilidade! Assim, na determinação da tal SENSIBILIDADE, não é importante a **exata** grandeza (numérica) do valor resistivo na escuridão e sob luz, mas sim a **relação** entre esses dois valores... Um LDR que "no escuro" mostre 1K, e "no claro" apresente 0R1 (um décimo de ohms), terá também uma "relação" de "10.000", tão boa, portanto, quanto a do exemplo ante-

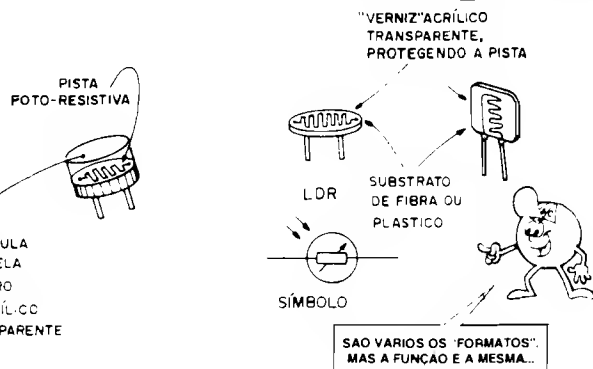
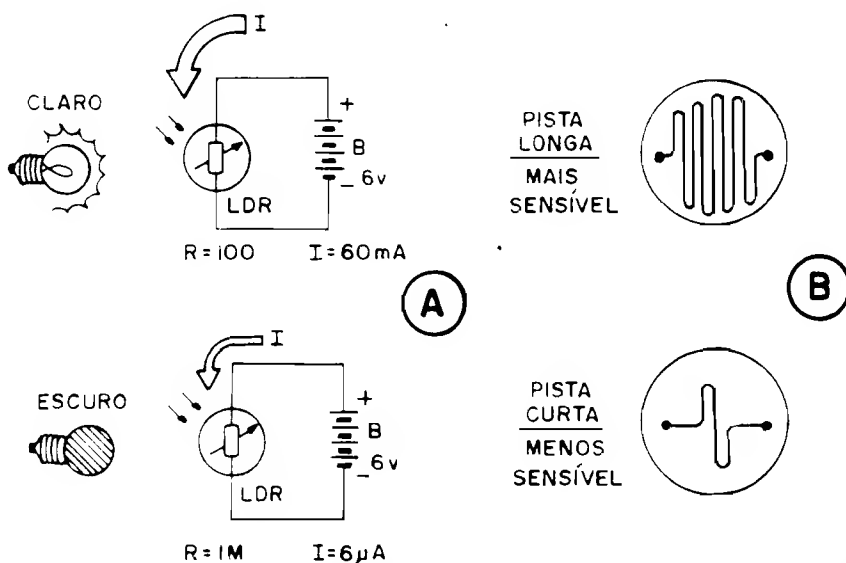



Fig. 4

rior! Já a sua adequação a uma aplicação circuital prática exigirá, certamente, diferentes valores dos **outros** componentes envolvidos, de modo a adequar as Correntes e Tensões envolvidas, mas isso é uma **outra** história...

- **FIG. 4-B** - Uma forma puramente "visual" de avaliar a SENSIBILIDADE de um LDR é observar-se a sua pista foto-condutora (ela sempre é visível, uma vez que sua proteção **tem** que ser transparente para a devida "entrada" da LUZ...). Quanto mais **longa** for a tal pista, mais sensível será o LDR (ou seja: maior a relação entre seus valores ôhmicos "no escuro" e "no claro"...). Já a "quantidade" de ohms que o componente apresentará sob luz ou na escuridão pode, a grosso modo, ser avaliada pela espessura ou "grossura" da pista: pistas mais largas geralmente denotam valores ôhmicos médios mais baixos; pistas bem estreitas indicam valores ôhmicos intrinsecamente mais elevados... Notem que tais parametragens, um tanto "empíricas" estão sendo informadas a Vocês, Leitores/"Alunos", porque, infelizmente, são raros os dados técnicos, Tabelas de fabricantes, **Data Books** ou Manuais de Parâmetros e Características, disponíveis ao grande público! Nem mesmo os Lojistas ou Balconistas costumam dispor de dados sobre os componentes à venda, além do que muitos dos LDRs normalmente comercializados são "sobras" de lotes industriais (quantidades de peças produzidas, sob encomenda, de fábrica para fábrica, e cujos eventuais excessos são, posteriormente, lançados para venda no varejo...), **sem nenhum código** inscrito no componente (ou com códigos absolutamente "indecifráveis"...). Assim, temos que "ficar espertos" e aprender a tirar "água de pedra", intuindo informações a partir dessas análises não muito científicas, mas ainda válidas, na prática.

- **FIG. 5** - Assim como um LDR "reage" à LUZ, alterando "automaticamente" seu valor ôhmico em função da intensidade da dita cuja, um TERMÍSTOR faz coisa parecida, porém estimulado pelo CALOR! A figura mostra, da esquerda para a direita, uma das aparências mais comuns nos TERMÍSTORES comerciais (existem outros formatos e modelos, não se espantem se os encontrarem por aí...) e, em seguida, DOIS símbolos para o componente, um titulado como "NTC" e outro como "PTC"... Explicamos: os LDRs têm uma relação LUZ/Resistência sempre **inversa**, ou seja: **mais LUZ = menos Resistência**... Já os TERMÍSTORES podem ser industrialmente produzidos com relações **inversas** ou **diretas**! Um **NTC** (**Negative Temperature Coefficient**) tem seu valor ôhmico **diminuido**, conforme a Temperatura **aumenta**. Um **PTC** (Positive Temperature Coefficient) tem sua Resistência **aumentada**, conforme também **aumenta** a Temperatura. Os do tipo NTC ("curva" de Resistência inversamente proporcional à Temperatura) são mais comuns, mas é bom saber que também "existem" os PTC, já que podem surgir em circuitos ou esquemas específicos...

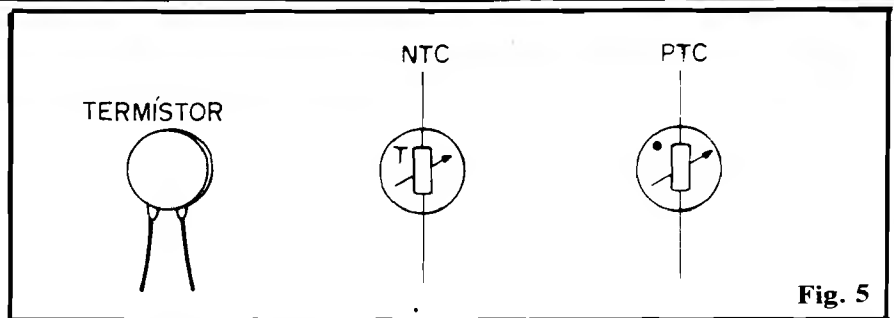



Fig. 5

- **FIG. 6** - Analisando o comportamento dos TERMÍSTORES, de forma "dinâmica" (feito fizemos com o LDR...), observem os dois exemplos "radicais" mostrados na figura. Um do tipo NTC, se colocado sob Temperatura **bem baixa**, mostrará valor ôhmico **elevado**: se submetido a **altas** temperaturas, mostrará uma Resistência bem **menor**. Com um do tipo PTC, as coisas ocorrem no sentido inverso, ou seja: sua Resistência mostra-se **baixa** sob **baixas** Temperaturas, e **alta** sob **altas** Temperaturas. Notem, ainda os efeitos que tais "posicionamentos" altos, ou baixos, em termos de valor ôhmico, determinam sobre as Correntes que atravessam os componentes, "empurradas" pela Tensão de uma fonte de energia qualquer (Pilhas, Bateria, etc.). Assim como ocorre com os LDRs, também os TERMÍSTORES **não são polarizados**, ou seja: sua "reação ôh-

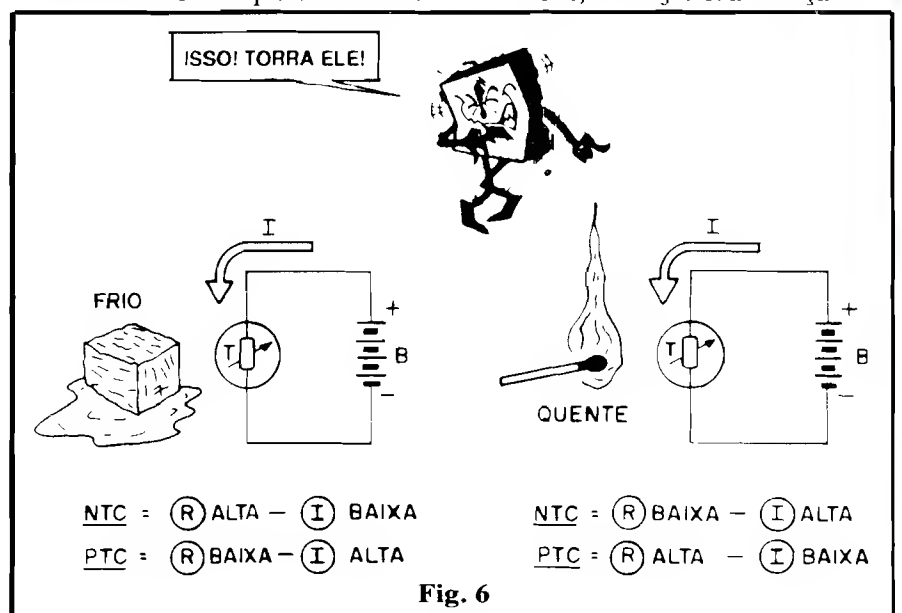



Fig. 6

mica" à Temperatura independe de qual dos seus terminais está ligado ao **positivo** ou ao **negativo** da Tensão que os alimenta e - logo - independe também do **sentido** em que são percorridos por Corrente!

●●●●●

CONSIDERAÇÕES IMPORTANTES

Embora nos exemplos "dinâmicos" insinuados nas figuras 4-A e 6 tenhamos apresentados apenas situações "radicais" (luz-escuridão ou fogo-gelo...), é **importante** ter presente que a reação ôhmica do LDR ou do TERMÍSTOR é, dentro de certa faixa, **proporcional**, ou seja: ao longo de todas as condições de iluminação existentes entre LUZ TOTAL e ESCURIDÃO TOTAL (para um LDR), ou entre um "BAITA CALOR" e um FRIO "CONGELANTE" (para um TERMÍSTOR), as intermediárias intensidades de LUZ ou de TEMPERATURA determinarão valores ôhmicos momentaneamente proporcionais, sempre vinculados ao nível de energia luminosa ou térmica que atinge o Resistor Dependente naquele instante! Em outras palavras: dentro da sua "instabilidade ôhmica", suas "curvas" de comportamento são suficientemente LINEARES!

É justamente graças a tal LINEARIDADE que LDRs e TERMÍSTORES podem ser confortavelmente aplicados em inúmeras funções de **medição** (da LUZ ou do CALOR) ou mesmo em utilizações importantes de **controle**, estabilização, proteção, etc. Por exemplo: se precisarmos manter a intensidade de iluminação num local, tão constante quanto possível, um LDR pode ser colocado a "ver" a tal luz e, através de um circuito eletrônico simples, **reduzir** a polarização de um TRIAC (ver "Aula" anterior...) que controla a lâmpada que ilumina o local, sempre que o nível "tentar subir" além do programado! Quando, por outro lado (devido a qualquer circunstância) o nível de luminosidade "tentar cair", a ação do LDR será no sentido de **aumentar** a polarização do TRIAC, compensando a energia realmente aplicada à lâmpada controlada! Enfim: teremos um verdadeiro "estabilizador luminoso"... Um exemplo com TERMÍSTOR: se um Resistor Dependente da Temperatura for usado como um dos componentes de polarização de **base** de um Transístor de potência, e o tal TERMÍSTOR for termicamente acoplado ao dito transístor (o primeiro literalmente encostado ao corpo do segundo), assim que - por qualquer fenômeno ou circunstância que agora não vem ao caso - ocorrer um excesso de Corrente sobre o dito transístor, sua Temperatura aumentará, alterando o valor ôhmico do TERMÍSTOR, com o que o dito cujo alterará (reduzirá) a polarização de **base** do Transístor, "trazendo" sua Corrente de **coletor** novamente a níveis seguros, incapazes de gerar o sobreaquecimento que causou o **feed back**! Temos, então, um estágio de potência com uma polarização automática **termicamente compensada**!

As citadas possibilidades (**são usadas**, na prática...) constituem meros exemplos, já que são - como dissemos - **muitas** as aplicações ou arranjos onde os Resistores Dependentes mostram-se extremamente úteis...

●●●●●

- **FIG. 7** - Como classificar ou codificar os TERMÍSTORES...? Normalmente, os valores ôhmicos inscritos pelo fabricante no corpo do componente referem-se à Resistência **numa** determinada Temperatura ambiente considerada "média" (tipicamente 25°C). Também o tipo de "curva" (NTC ou PTC) também é indicada... Entretanto, informações mais completas sobre os extremos ôhmicos e sob qual faixa real de temperatura o componente pode, seguramente, ser usado, são difíceis de se obter... De qualquer maneira, é bom levar em conta as seguintes informações "empíricas" (válidas contudo, no dia-a-dia...):

- TERMÍSTORES comuns, encontrados nas lojas, destinam-se à utilização sob temperaturas não muito "radicais" (geralmente na faixa "ambiente", ou, no máximo, entre 0° e 100°C...).
- Existem, naturalmente, componentes com especificações industriais, feitos para trabalharem sob centenas de graus. Estes, porém, são nitidamente robustos, encapsulados em metal ou cerâmica, e normalmente maiores do que seus companheiros para "uso geral".
- TERMÍSTORES são, normalmente, sensores relativamente **lentos** , ou seja: o valor ôhmico relativo a cada Temperatura externa "leva algum tempo" para se estabilizar, devido principalmente às próprias inércias térmicas e à condutibilidade térmica do encapsulamento do componente, além de outros fatores ligados à própria instalação do sensor, essas coisas...
- De uma forma geral, **quanto menor**, fisicamente, for o TERMÍSTOR, **mais rapidamente** "reagirá", em termos de variação resistiva, às alterações da Temperatura à qual estiver submetido.

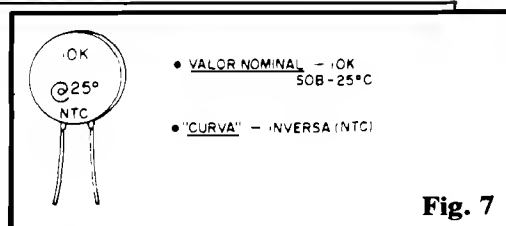



Fig. 7

●●●●●

Podemos, na prática, "enganar" LDRs e TERMÍSTORES, reduzindo suas sensibilidades ou até alterando a sua faixa operacional prática, simplesmente colocando "blindagens" (respectivamente óticas e térmicas) entre os ditos sensores e as fontes de energia (luz ou calor) que devam ser monitoradas, medidas ou "sentidas"!

Esses aspectos envolvem conceitos práticos **muito** particulares e específicos, porém vamos a alguns exemplos: um TERMÍSTOR operacional até 100° pode ser utilizado na monitoração da Temperatura de um forno que opere em torno de 1.000°, simplesmente colocando o sensor suficientemente longe do tal forno, de modo a captar uma manifestação "já atenuada" da temperatura real do dito forno (porém proporcional a esta...). Haverá uma natural "inércia" ou retardo no sistema, mas ainda assim será funcional,

para muitas aplicações! Outro caso: um LDR muito sensível, que ficaria "cego" sob uma iluminação proveniente de uma lâmpada de 1KW (mil watts), pode, simplesmente, "usar óculos escuros" na monitoração de tal iluminação! Isso mesmo: uma película translúcida pode ser interposta, de modo a reduzir (sempre proporcionalmente) a luz que efetivamente atinge o sensor a níveis que "ele" possa "suportar" e "entender"...!

"Truques" como os exemplificados, devem sempre ser levados em conta, em muitas aplicações...

●●●●●

- **FIG. 8** - O **VARISTOR** ou **VDR**... O conceito de "influência externa", nesse Resistor Dependente, é um pouco diferente daquele envolvido no LDR ou no TERMÍSTOR, uma vez que o tal "fator externo" pode ser considerado "não tão **externo**, assim...". Pra começar, a figura mostra (apenas algumas...) "aparências" mais comuns, adotadas pelos fabricantes, para o componente... Os "modelos" tubular e em disco são os mais comuns, nas lojas, porém outros formatos existem... Os símbolos, dependendo da norma adotada, também podem variar. Em ABC usamos a representação genérica para os "Resistores Dependentes", com a inscrição "VDR" (iniciais da expressão "Resistor Dependente da Tensão", em inglês...). Agora, voltando ao assunto puramente técnico, a intrínseca diferença entre o VDR e - por exemplo - o LDR e o TERMÍSTOR é que o tal "fator externo" capaz de alterar seu valor ôhmico é UMA DAS PRÓPRIAS GRANDEZAS ELÉTRICAS básicas: a TENSÃO! Isso mesmo! Enquanto que um resistor comum, fixo, não sofre alterações no seu valor ôhmico, qualquer (teoricamente) que seja a Tensão à qual esteja submetido, um VARÍSTOR (constituído de **óxido de zinco** ou de alguns **titanatos** específicos), sofre, no seu valor ôhmico, um **incremento proporcional à Tensão**! Sua **Resistência**, então, ELEVA-SE, quando a Tensão **sobe**!

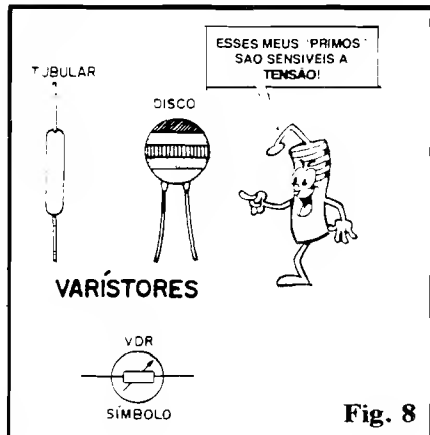



Fig. 8

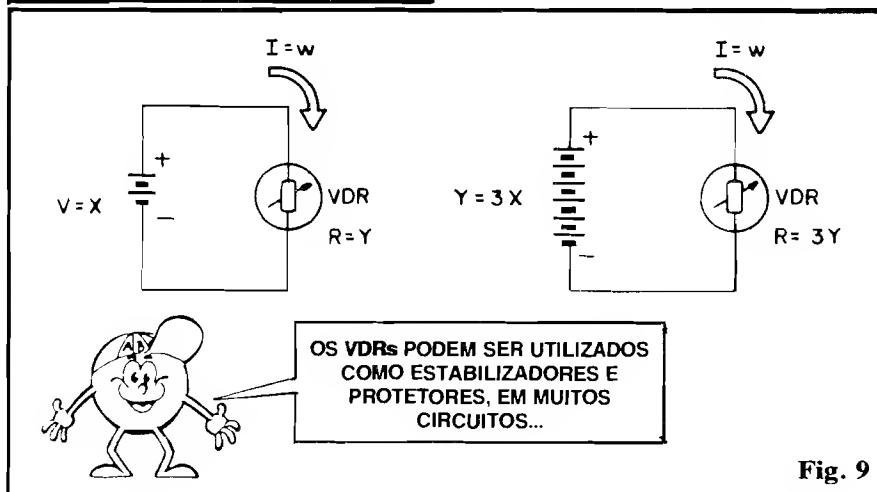
- **FIG. 9** - Graças a essa especial habilidade de controlar automaticamente "assuntos internos", e também porque um VDR apresenta reação bem mais rápida do que a mostrada pelos "outros" Resistores Dependentes (LDR, TERMÍSTOR...), o componente é muito utilizado em aplicações de **proteção** a outros componentes ou a blocos circuitais... Sempre que exista a possibilidade de sobretensões momentâneas, danosas a um bloco ou componente, um VDR pode ser aplicado, no sentido de, rapidamente (pelo brusco aumento da sua Resistência, em função do também momentâneo crescimento da Tensão...), fazer com que as Correntes no tal ramo circuital mantenham-se "nos eixos"... Os dois diagramas da figura ilustram esse processo automático: no primeiro caso, temos um circuito simples, submetido a uma Tensão "X", aplicada ao VDR que apresenta uma Resistência "Y". De acordo com a "velha Lei de Ohm", a Corrente circulante "W" será igual a "X/Y"... Se (conforme ilustra o segundo diagrama...) momentaneamente **triplicarmos** a Tensão de alimentação (que fica, então, em "3X"...), quase que instantaneamente o VDR assume um valor resistivo de "3Y", com o que a Corrente se mantém no valor "W" (já que "3X/3Y" tanto faz quanto tanto fez, com relação a "X/Y"...).

Fig. 9

●●●●●

OS VALORES, A DISSIPAÇÃO...

Tecnicamente, enquanto dependentes dos cálculos básicos, LDRs, TERMÍSTORES, VDRs, etc. devem sempre ser "interpretados" como... RESISTORES (ainda que seus valores "andem", para cima ou para baixo, devido a "fatores externos"). Assim, para efeitos "momentâneos, todas as fórmulas matemáticas já mostradas na 1ª "Aula" do ABC continuam valendo...

Como são componentes nitidamente "especiais", não são produzidos, industrialmente, numa gama de valores nominais tão ampla quanto a adotada para os resistores comuns... Assim, na verdade, ao aplicarmos um "Resistor Dependente", de qualquer tipo, num projeto de circuito, temos que condicionar (adequar, em termos de valores, grandezas, etc.) **O CIRCUITO AO COMPONENTE** e não ao contrário! Quando se trata de - por exemplo - um resistor comum, se os cálculos nos apontam a necessidade de um componente com

"227R", podemos, "sem medo", aplicar um resistor comercial de "220R" (facilmente encontrável dentro da enorme lista de valores comercialmente disponíveis). Já - num outro exemplo - se uma aplicação com TERMÍSTOR nos "pede", matematicamente, um componente com "7K5", é bem provável que **não ocorra** a disponibilidade comercial de tal valor (nem de valores suficientemente próximos...). O que fazer, então...? Simplesmente re-dimensionamos a parte do circuito (outros resistores, fixos e/ou ajustáveis, "ganhos" de componentes amplificadores eventualmente usados, etc.) onde o dito TERMÍSTOR deva ser aplicado, de modo a "matematicamente", permitir o uso de um "Resistor Dependente" com valor nominal de "5K" ou de "10K" (valores estes que **podem** ser encontrados, nas séries comerciais de TERMÍSTORES...).

Não esquecer também que (assim como ocorre com os resistores comuns...) os "Resistores Dependentes" **também** apresentam parâmetros máximos de DISSIPAÇÃO. Esta é obtida pela fórmula "tradicional", multiplicando-se a Tensão (em volts) nos seus terminais, pela Corrente (em ampéres) que percorre o componente, obtendo-se o resultado em watts... Infelizmente (assim como acontece com **outros** parâmetros dos "Resistores Dependentes") nem sempre tais dados são disponíveis e muito raramente estão indicados, de alguma forma, e sob algum código, no próprio "corpo" do componente. Por medida de segurança, então, devemos **sempre** considerar os "Resistores Dependentes" como sendo de **baixa dissipação**, jamais tentando "forçar" sobre eles "wattagens" consideráveis (salvo se possuirmos a segura indicação/codificação de que a peça "aguenta altos rojões"...).

Mais adiante, ainda na presente "Lição", daremos vários "macetes" técnicos de como adequar e adaptar, "Resistores Dependentes" em ramos circuitais específicos, inclusive com a possibilidade (sempre **muito** útil) de promover ajustes "finos" dos seus pontos de funcionamento, capazes de compensar seus valores nominais ou sensibilidades (parâmetros que - conforme explicado - não nos apresentam "escolha" tão ampla como acontece com outros componentes...).

●●●●●

- **FIG. 10** - Já vimos, na presente "Lição", resistores que "sentem" a LUZ, a TEMPERATURA e a TENSÃO (e têm seus valores proporcionalmente alterados, em função de tais fatores...). Entretanto, a "turma" dos "Resistores Dependentes" é imensa (existem até componentes do gênero, ultra-específicos, capazes de reagir à presença de gases e a outros fatores físicos, químicos ou mecânicos...). Um item "pouco lembrado", mas que seguramente faz parte da "família" é o do RESISTOR DEPENDENTE DE PRESSÃO, que poderíamos chamar de PDR, seguindo a norma de dar ao componente um nome genérico nascido das iniciais da expressão inglesa correspondente (que seria **Pressure Dependent Resistor**). Na prática, tais componentes são muito utilizados - por exemplo - em balanças eletrônicas e aplicações semelhantes (a "pressão", no caso, é exercida via complexos e arquimedianos sistemas de alavancas, eixos, etc. e dá-se pelo próprio "peso" ou massa do corpo que se deseja avaliar, desde um pacotinho de 1 quilo de farinha, até uma carreta de "trocentas" toneladas...). Nas lojas de componentes, dificilmente o Leitor/"Aluno" irá encontrar à venda um "PDR"... É possível, entretanto, **fazer em casa** um sensível e prático Resistor Dependente da Pressão! Existe um material, de consistência muito parecida com o **isopor** ou com as **espumas plásticas de nylon**, que porém, graças à presença de **carbono** na sua composição química, é razoavelmente **condutivo**. Tal material é produzido em larga escala, utilizado que é nas embalagens industriais de componentes sensíveis a cargas elétricas estáticas, como os Transístores de Efeito de Campo (TEC) e Circuitos Integrados de "família" C.MOS (estes serão estudados em futura "Aula"). Quando tais componentes são embalados, seus terminais são "enfiados" na tal "espuma condutiva", que mantém "descarregadas" as condições estáticas

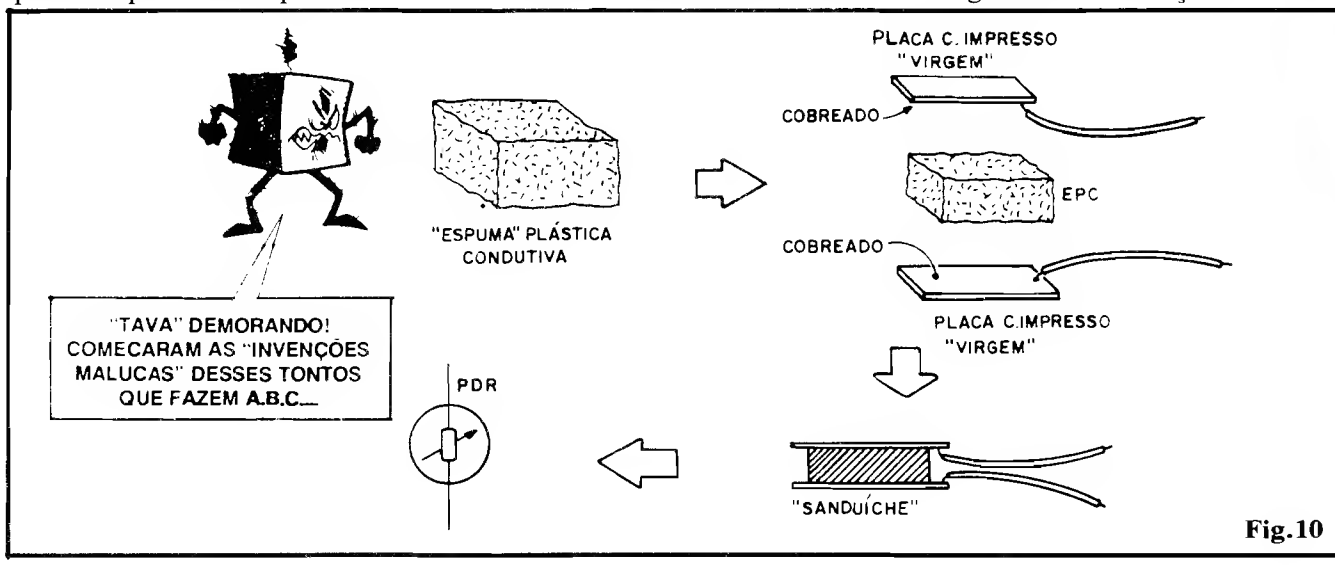



Fig.10

do dito componente, protegendo-os). Em muitas das grandes e pequenas lojas de componentes, basta pedir ao balconista ou ao propietário, que eles simplesmente **darão** ao caro Leitor/"Aluno" alguns pedaços dessa "espuma plástica condutiva" (já que para eles tal material é puro lixo...). Os diagramas da figura 10 mostram então como um pedaço desse material pode ser aproveitado na confecção de um autêntico PDR: basta fazer uma espécie de "sanduíche", com um pedaço pequeno e bem regular (na forma de um "tijolinho"...) da "espuma condutiva" no meio, e (nas posições das fatias de pão, do sanduíche...) duas plaquinhas (dimensões um pouco maiores do que o bloco central) virgens de Circuito Impresso, com a face cobreada para dentro, "viradas para a mortadela do sanduíche". Um (ou mais) anel de elástico ou de fita adesiva, poderá dar certa solidez ao arranjo, de modo que o "sanduíche" não se desmanche... A um cantinho dos lados cobreados das duas plaquinhas externas, ligam-se (por solda) pedaços de fio fino e flexível, que servirão como terminais do nosso PDR... Pronto! Temos um efetivo (e de múltiplas aplicações...) "Resistor Dependente da Pressão"...! Em repouso, seu valor ôhmico será "X"... Sob pressão (por exemplo, apertando o "sanduíche" com um dedo...), sua Resistência (medida através dos fios/terminais) "cai"! Dentro de razoável gama, o fenômeno é proporcional, ou seja: uma pequena pressão determina uma pequena queda no valor ôhmico, uma grande pressão faz com que a Resistência caia bastante, e assim "linearmente", dentro de extremos mais ou menos bem definidos...

- **FIG. 11** - Se o nosso PDR "home made" for submetido à uma Tensão "V", proveniente de pilhas ou bateria ("B"), circulará pelo dito "componente" uma Corrente "I" relativamente baixa, na condição de repouso (Resistência "R" alta...). Sob pressão, a Resistência "R" do PDR baixa, e a Corrente "I" fica proporcionalmente mais alta! O Leitor/"Aluno" imaginoso e inventivo não encontrará muitas dificuldades em criar "mil e uma" em cima desse fato elétrico... Na verdade, arranjos desse tipo podem funcionar como sensores e rudimentares balanças eletrônicas, "medidores de força" e essas coisas...

- **FIG. 12** - Embora tenhamos dito que PDRs não são "encontráveis" nas lojas, na forma de componentes acessíveis ao grande público, na verdade **existe** um tipo de PDR "pronto", e que pode ser comprado a baixo preço mesmo em "sucatas", por aí! Trata-se do MICROFONE DE CARVÃO, normalmente usado como cápsula captadora da voz em telefones (atualmente estão sendo gradualmente substituídas por cápsulas dinâmicas, capacitivas, de eletreto ou de cristal, mas muitos dos aparelhos telefônicos não tão novos, ainda usam o microfone de carvão...). A figura mostra, pela ordem, a aparência, o símbolo (genérico, para "microfones") e a

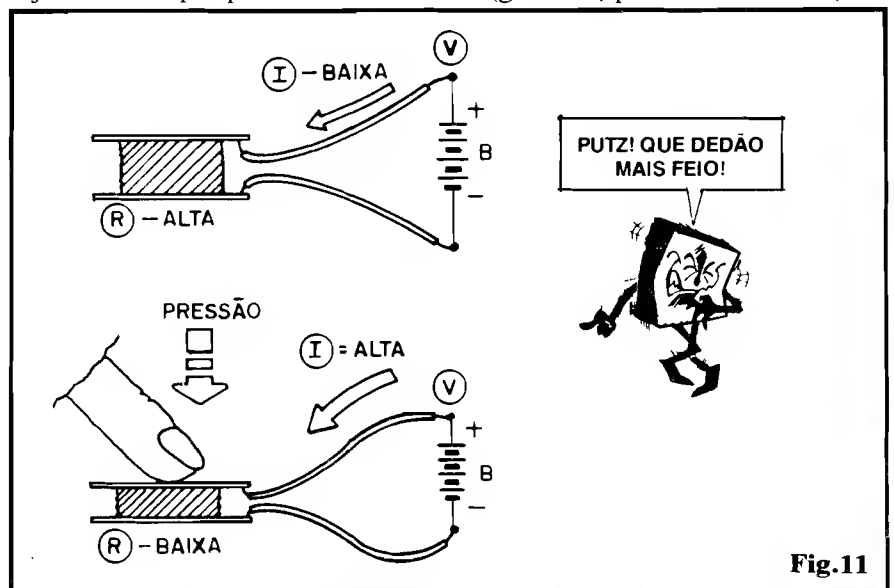



Fig.11

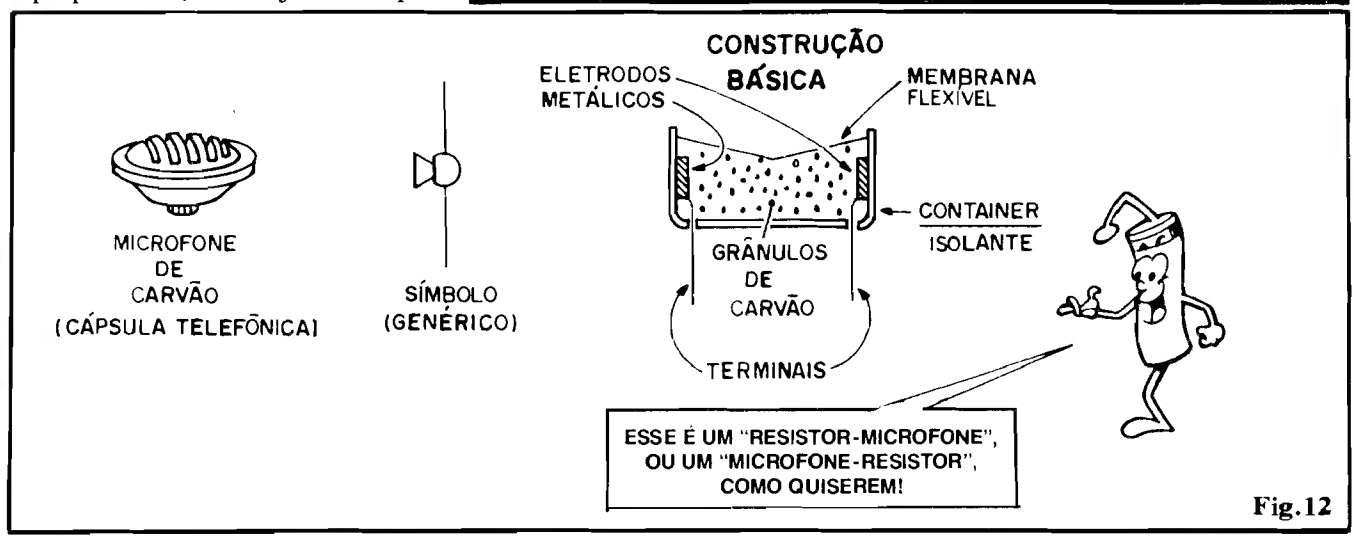



Fig.12

construção do dito componente... Interessa-nos, agora, a sua construção e funcionamento, que podem ser facilmente deduzidas do último diagrama (é bastante simplificado, porém traz a "essência da coisa"...). Basicamente um MICROFONE DE CARVÃO é formado por uma "casca" ou **container** isolante, com sua parte frontal revestida por uma membrana muito fina e flexível (que pode, assim, vibrar livremente sob as pressões e descompressões impostas ao ar, pela emissão da voz de uma pessoa que lhe fale próximo...). No interior da cápsula, solidária com a membrana flexível, um compartimento está "cheio" de grânulos de carvão. Em extremidades de tal compartimento, eletrodos metálicos fazem contato com o aglomerado de grânulos de carvão e - externamente - são acessíveis por fios ou terminais...

- **FIG. 13** - Como funciona esse "PDR" específico, o MICROFONE DE CARVÃO... Em repouso, o conjunto interno de grânulos de carvão apresenta uma certa condutividade, mostra uma Resistência "X" de valor estável... Se submetido (via seus terminais) a uma Tensão proveniente de bateria ou pilhas "B", desenvolver-se-á uma Corrente "I", digamos "fraca"... Quando, porém, alguém **fala** à frente da membrana flexível do microfone, a "pressão" das Ondas Sonoras "deforma" momentaneamente a membrana... Nos momentos em que esta é pressionada "para dentro", os grânulos de carvão são, naturalmente, comprimidos, com o que a Resistência momentânea do conjunto "cai" (ainda que só um "tiquinho"...). Essa momentânea **queda** na Resistência tem imediato efeito (Ohm "está olhando"...) sobre a Corrente "I", que fica, obviamente, mais "forte"... Essas compressões e descompressões sonoramente induzidas ocorrem centenas ou milhares de vezes por segundo, e nesse mesmo "rítmo" a Resistência intrínseca do conjunto de grânulos condutivos modifica-se, induzindo proporcional variação na Corrente "I" que circula pelo componente... A tal Corrente, então, foi "modulada" pela voz, ou seja: conseguimos "traduzir" SOM em SINAIS ELÉTRICOS nitidamente proporcionais em rítmo e intensidades (dizemos: em FREQUÊNCIA e AMPLITUDE...)! Lembrando que tudo isso ocorre devido às mudanças de **pressão** sobre a membrana flexível, o MICROFONE DE CARVÃO pode (e deve...) ser considerado um legítimo PDR, um "irmão mais sensível" daquele "negócio feito em casa" que mostramos nas figs. 10 e 11...

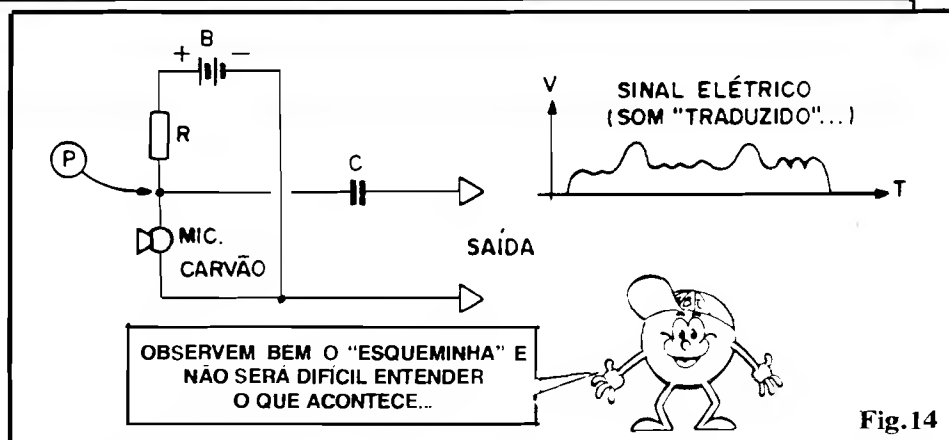
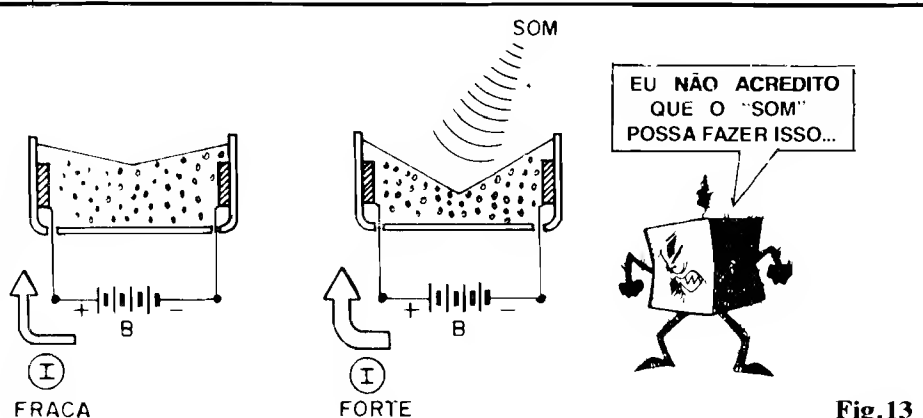



Fig.14

Fig.13

- **FIG. 14** - Apenas para ilustrar (falaremos com detalhes a respeito, em futura e específica "Aula", nas "Lições" sobre o casamento do SOM com a ELETRÔNICA...), vamos ver a acomodação típica de um MICROFONE DE CARVÃO, para que seus sinais possam ser convenientemente aproveitados e manejados pelos blocos circuitais seguintes... Se - conforme mostra o "esqueminha" da figura - "empilharmos" o microfone com um resistor comum, fixo, "R", alimentando esse pequeno conjunto/série com pilhas ou bateria ("B"), estabeleceremos um DIVISOR DE TENSÃO... Supondo que a Resistência, em repouso, do microfone, seja igual ao valor nominal do resistor "R", teremos (também no repouso) uma Tensão, no ponto "P" igual à **metade** da "voltagem" fornecida pela bateria "B". Quando alguém fala à frente do microfone, sua Resistência intrínseca varia, determinando proporcionais e correspondentes alterações na Tensão presente no ponto "P"... Para que possamos "retirar" esse sinal/variação do sistema, sem interferir com as Correntes e Resistências inerentes ao bloco, interpomos um capacitor C, com valor que permita a rápida carga/descarga das tais variações na "voltagem"... Assim processado, o sinal elétrico (nada mais do que "som traduzido") pode ser facilmente aproveitado, para eventual amplificação (ou mesmo para utilização direta, em alguns casos! Observem que o mais **importante** na pequena "Lição" visualizada na fig. 14 é a presença do DIVISOR DE TENSÃO (formado pelo

"Resistor Dependente", que é o próprio microfone, no caso, e o resistor comum fixo, "R"...? É a partir desse elementar "truque" circuital que podemos adequar o funcionamento e a utilização de quaisquer dos outros "Resistores Dependentes" já vistos na presente "Aula", conforme veremos a seguir...

•••••

As estruturas básicas a seguir mostradas, são arranjos elementares, aplicáveis a **quaisquer** "Resistores Dependentes", sejam eles LDRs, TERMÍSTORES, PDRs, etc. Além de determinarem, de maneira simples e efetiva, o "sentido" de funcionamento dos sensores resistivos, servem também para eventualmente adequar parâmetros, "casar" requisitos do circuito e do sensor e até mesmo para promover "ajustes finos" no exato ponto de funcionamento desejado, ou requerido pelas circunstâncias que devam ser sensoreadas.

Todas as ditas estruturas/exemplos são baseadas em divisores de tensão, ou seja: no "auxílio" de resistores fixos (e/ou ajustáveis), com os quais o "Resistor Dependente" realizará seus trabalhos mais eficientemente... Quem ainda tiver dúvidas sobre o efeito dos RESISTORES sobre as Tensões e Correntes, deve - com urgência - reler atentamente a 1ª "Aula" do ABC, já que nela foram abordados os conceitos elementares a respeito...

•••••

- **FIG. 15** - Estruturando um divisor de tensão simples (formado pelo "Resistor Dependente" - de qualquer tipo - e mais um único resistor comum, fixo...), estando o RD no ramo "inferior" ou **negativo** do tal divisor, a junção (ponto S) mostrará uma **queda** de Tensão, quando também **cair** o valor ôhmico do RD. Em contrapartida, um **aumento** da Resistência de RD gerará também uma **elevação** na Tensão presente no ponto S. Já se o RD estiver posicionado no ramo "superior" ou **positivo** do divisor simples de Tensão, quando a Resistência do sensor **cair**, **aumentará** a Tensão no ponto de Saída S. Nessa segunda configuração, ao **elevar-se** a Resistência de RD, **cairá** a Tensão no ponto S. Com um mínimo de raciocínio e bom senso, não é difícil determinar-se **qual** o arranjo necessário a cada utilização, **performance** ou "casamento" circuital desejado. Notem que na grande maioria das circunstâncias, o valor ôhmico de R será aproximadamente **igual** ao nominal de RD, de modo que, em situação "média", tenhamos no ponto de Saída S uma Tensão correspondente à **metade** da "voltagem" de alimentação geral V... Assim parametrado, a excursão do sinal em S poderá dar-se, confortavelmente, "para baixo ou para cima" de V/2, com o melhor aproveitamento de gama possível. Isso, porém, não é um axioma ou regra imutável! Em muitas aplicações, dependendo do nível de Tensão esperado em **stand by** ou "em repouso", no ponto S, podemos parametrar o valor de R em grandeza muito inferior ou muito superior ao valor nominal de RD... Cada caso é... cada caso!

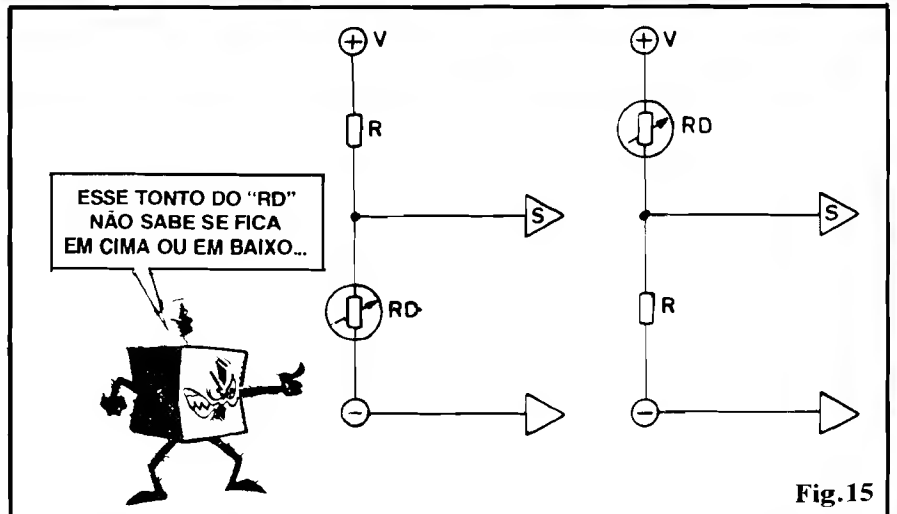



Fig.15

- **FIG. 16-A** - **Através** de simples "truques" baseados em **mais de um** "Resistor Dependente", em arranjos **série** ou **paralelo**, podemos determinar um comportamento "lógico" muito específico no sensoreamento! No exemplo, temos ainda um divisor de Tensão simples, com um resistor fixo R no ramo "inferior", porém **dois** RD, em série, constituindo o ramo "superior"... Observem que, nesse caso, apenas teremos uma sensível variação de Tensão na Saída S quando **ambos** os RD so-

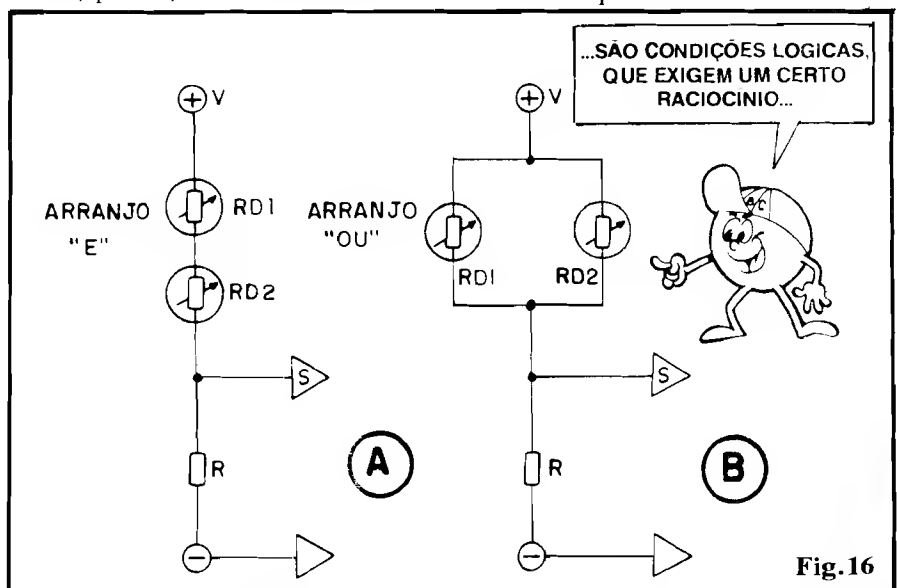



Fig.16

frerem simultânea modificação nos seus valores ôhmicos! E observem que, embora no "esquema" estejam eletricamente "juntinhos", nada impede que, no "mundo real", aqueles dois RD situem-se em pontos bem distantes um do outro! Essa circunstância permitirá um aproveitamento "lógico" e "inteligente" do sensoreamento, que jamais seria possível - por exemplo - a partir da utilização de um único RD! No caso do exemplo, apenas quando **tanto RD1 quanto RD2** tiverem seu valor ôhmico **reduzido**, teremos uma substancial **elevação** de Tensão no ponto S. Complementando, apenas quando **RD** e **RD2** sofrerem um **aumento** no seu valor resistivo, é que teremos uma notável **redução** na Tensão presente no ponto S. Lembrem-se, ainda, que para obter comportamento "inverso", basta colocar o par/série de RD "em baixo" e o resistor fixo "em cima"... Em qualquer caso, contudo, teremos uma ação "lógica E", ou seja: RD1 **e** RD2 precisam sofrer substancial variação de valor, para que isso reflita numa sensível alteração na Tensão de Saída em S!

- **FIG. 16-B** - Podemos obter uma ação "lógica OU", simplesmente usando **dois** RD, porém **em paralelo**, num dos dois ramos de um divisor de Tensão simples! Na configuração mostrada, quando RD1 **ou** quando RD2 tiverem seu valor ôhmico **reduzido**, obteremos um sinal de **elevação** de Tensão no ponto S. Já quando RD1 **ou** RD2 (exclusivamente um **ou** outro...) tiverem seu valor **aumentado**, a reação do arranjo (variação de Tensão "para baixo", no ponto S) será bem mais modesta... Como sempre, lembrar que podemos simplesmente inverter o comportamento geral, colocando o par/paralelo de RD "em baixo", e o resistor fixo R "em cima".

●●●●●

Nos dois casos exemplificados na fig. 16, vale notar que a "regrinha" de procurar manter o valor de R **próximo** à Resistência assumida pelo par de RD em circunstância "média", proporciona a mais confortável excursão do sinal de Tensão no ponto S de Saída...

●●●●●

- **FIG. 17** - Conforme foi explicado, qualquer que seja o "Resistor Dependente" utilizado num circuito ou arranjo sensor específico, será muito difícil encontrarmos **exatamente** o valor calculado, "matematicamente", nas Lojas... Isso porque as séries de RD, comerciais, não apresentam **tantos** valores nominais disponíveis (como ocorre - por exemplo - com os resistores fixos comuns...). Entretanto, esse eterno "probleminha" não é caso para "desespero"! Se estruturarmos o velho e simples divisor de Tensão, com o RD num dos ramos, e o **outro** ramo formado por um RESISTOR AJUSTÁVEL (**trim-pot** ou potenciômetro), teremos grande facilidade em "balancear" o arranjo, de modo a, em "repouso", mostrar na junção - ponto S - exatamente o valor de Tensão esperado para tal situação de **stand by**! Como sempre, situações especiais exigem cálculos especiais, mas, **no geral**, o valor nominal **ideal** para o Resistor Ajustável RA será em torno do **dobro** do valor ôhmico de RD (na situação "média" de sensoreamento...). Assim, num exemplo prático, se RD for um TERMÍSTOR de 5K nominais (a 25°C), o mais confortável ajuste em RA será obtido se este tiver um valor nominal de 10K... Com essa proporção, estando RA na sua posição central de ajuste (**knob** do potenciômetro ou **trim-pot** a "meio giro"...), teremos no ponto de Saída S aproximadamente **metade** da Tensão de alimentação geral V, obtendo assim a mais ampla excursão de sinal (Tensão) nas mais variadas condições de sensoreamento ou valor ôhmico momentâneo assumido por RD! Notem ainda que o arranjo pode ser estruturado com o RA "em cima" ou "em baixo" no divisor de Tensão, buscando o desejado "sentido" da excursão de Tensão na Saída S... Também nada impede que arranjos "lógicos", tipo "E" ou "OU" (fig. 16) tenham o seu resistor fixo R substituído por um componente ajustável (RA), de modo a facilmente permitir a "colocação no

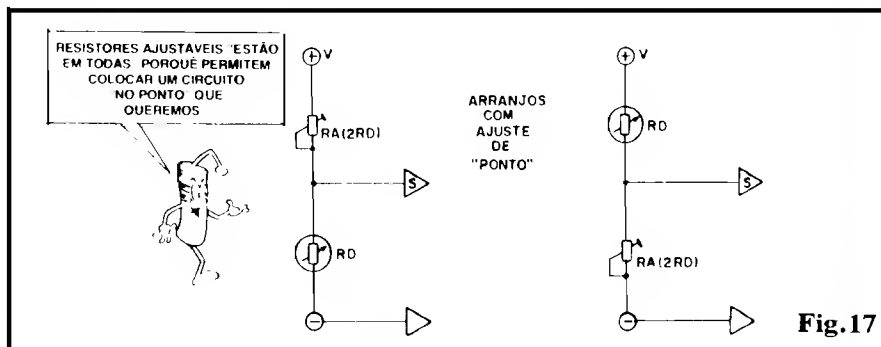



Fig.17

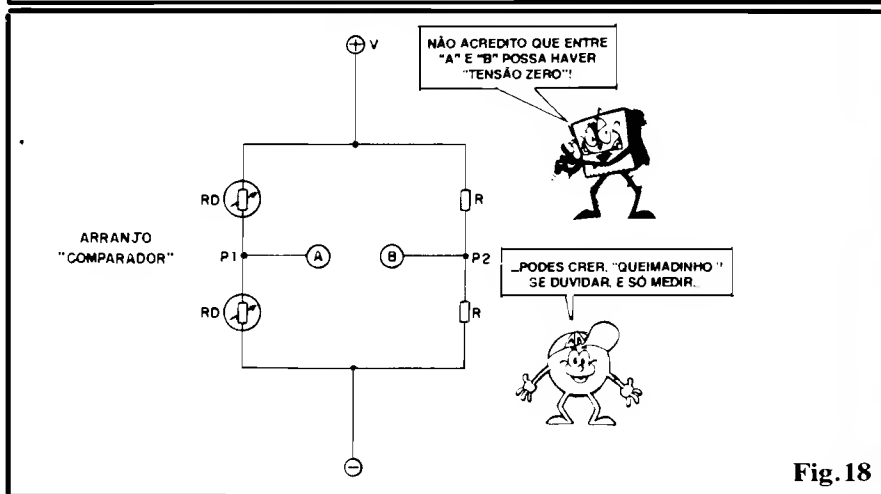



Fig.18

ponto", de todo o sistema de sensoreamento! Bom senso, raciocínio e... experimentação.... As soluções são, geralmente, mais fáceis e simples do que imaginamos à "primeira vista", em qualquer problema que se apresente!

- **FIG. 18** - Existe ainda um outro arranjo lógico muito utilizado (inclusive algumas das suas variações...) em sensoreamentos de precisão, que é a "Ponte Comparadora" (**Wheatstone**), cuja organização básica vemos na figura. A exigência básica é que os dois RD tenham **idêntico** valor nominal e que os dois resistores comuns também tenham, entre sí, idêntico valor (notem que RD **não precisa** ser "igual" a R... O essencial é que RD = RD e R = R...). Nesse caso, estando ambos os RD em "repouso", submetidos a idênticos "fatores externos" (LUZ, TEMPERATURA, PRESSÃO, etc.), **nenhuma** Tensão se manifestará entre os pontos de "recolha" do sinal, A e B! Vejamos, rapidamente, **por que** isso ocorre: supondo uma alimentação geral V em 10V, com RD = RD o ponto P1 estará sob 5V (V/2). Com R = R, o ponto P2 também estará sob 5V (V/2). Com R = R, o ponto P2 também estará sob 5V (V/2). Entre dois pontos sob potencial **idêntico** (5V, no caso) não há diferença de potencial a ser medida ou "sentida" e, obviamente, não há também circulação de Corrente (para que a Corrente possa ser "impulsionada" deve haver uma nítida **diferença** de potencial ou Tensão, ou seja: "sobra" de elétrons num lado e consequente "falta" deles no outro - revejam as primeiras "Aulas" do ABC...). Observem, agora, que essa situação de sinal "zero" entre os pontos A e B, irá alterar-se imediatamente (surgindo aí uma sensível diferença de Tensão...) assim que fatores externos tornarem os RD momentaneamente "desiguais" (não se apresentarão os exatos 5V em P1, o que determinará uma **diferença** de tensão entre os pontos A e B). Trata-se de um arranjo de elevada sensibilidade, podendo ser aplicado em circunstâncias bastante críticas e de precisão! Notem ainda que podemos lançar mão de um conjunto "ajustável", simplesmente substituindo **um** dos dois RD por um Resistor Ajustável (de valor "ótimo" em torno de 2RD, como já vimos...), ou até trocando os dois R por um único Resistor Ajustável (**trim-pot** ou potenciômetro), utilizando seu terminal de cursor como se fosse o "ponto P2"... Em qualquer dessas circunstâncias, obteremos uma prática possibilidade de "zerar" ou "balancear" o conjunto, com extrema precisão, adequando seu comportamento, sensibilidade e "sentido" da variação de sinal obtida na Saída (A-B). Um circuito amplificador de Corrente ou Tensão, ou mesmo um Instrumento medidor diretamente ligado aos pontos A-B, poderá servir (e efetivamente **serve**...) ao aproveitamento do sinal gerado (ou para a direta "visualização" ou mensuração do sinal - sempre proporcional à grandeza do "fator externo" sensoreado)!

●●●●●

EXPERIÊNCIA

VERIFICANDO "AO VIVO" A AÇÃO DE (QUALQUER...) "RESISTORES DEPENDENTES"

"Ler" que os "Resistores Dependentes" são... dependentes é uma coisa... "Sentir" o seu funcionamento é **outra coisa**! Aqui nas EXPERIÊNCIAS, sempre anexadas à "Lição" Teórica, o Leitor/"Aluno" tem a oportunidade de "presenciar", ao vivo, o comportamento dos componentes e arranjos circuitais estudados!

Conforme é costume, as montagens experimentais e comprobatórias são descritas no sistema "sem

LISTA DE PEÇAS

(EXPERIÊNCIA COM "RESISTORES DEPENDENTES"...)

- 1 - Transístor Unijunção 2N2646
- 1 - Transístor BD139 (NPN, média potência)
- 1 - "Resistor Dependente" de qualquer tipo e sensibilidade. Pode ser um LDR ou um TERMÍSTOR de qualquer valor nominal. (DETALHES E OPÇÕES MAIS ADIANTE...)
- 1 - Resistor 100R x 1/4W (marrom-preto-marrom)
- 1 - Resistor 470R x 1/4W (amarelo-violeta-marrom)
- 2 - Resistores 2K2 x 1/4W (vermelho-vermelho-vermelho)
- 1 - Resistor 1M x 1/4W (marrom-preto-verde)
- 1 - Potenciômetro de 1M
- 1 - Capacitor (poliéster) 100n (se for "zebrinha" = marrom-preto-amarelo)
- 1 - Alto-falante mini (2 a 2 1/2"), 8 ohms
- 1 - "Clip" para bateria "tijolinho" de 9V
- 1 - Barra inteira de conetores parafusáveis (tipo "Sindal"), com 12 segmentos (serão divididos em dois blocos, um com 10 segmentos e um com 2...)
- - Fio para as ligações

DIVERSOS/OPCIONAIS

- 1 - **Knob** para o potenciômetro (é um "luxo", porém facilita os ajustes manuais...)
- - Tantos outros "Resistores Dependentes" (LDRs, TERMÍSTORES, PDRs "feitos em casa", etc.) sejam possíveis obter. Embora a LISTA DE PEÇAS básica da Experiência especifique apenas um RD, as conclusões e comprovações serão naturalmente mais amplas, se o Leitor/"Aluno" puder obter outros sensores - todos passíveis de serem experimentados no circuito!
- - Solda e ferro de soldar, apenas para as conexões aos terminais do alto-falante e do potenciômetro (cujas dimensões e formas não permitem a sua direta conexão à barra "Sindal").

solda" (baseado em barra de terminais parafusáveis...) de modo que o Leitor/"Aluno" possa reaproveitar a **totalidade** das peças empregadas (seja em outras Experiências, seja em Montagens Práticas "definitivas"). A regra é "aprender, com ECONOMIA", que ninguém é de ferro, e ninguém "vaza grana", hoje em dia...

Outros dos fundamentos da Seção EXPERIÊNCIA é procurar sempre estruturar os mini-circuitos apenas com componentes de fácil aquisição, simplificando as coisas ao máximo, para todos. Entretanto, como sabemos que muitos dos "Alunos" estão por aí, "perdidos" nesse Brasilzão, às vezes em localidades muito pequenas e situadas longe dos grandes Centros, por especial convênio temos uma Concessionária Exclusiva - a EMARK ELETRÔNICA, que pode enviar, pelo Correio, para qualquer parte do País, um KIT completo do Pacote/Aula referente à Experiência (as condições e regulamentos para esse tipo de aquisição, encontram-se junto ao Cupom/Pedido respectivo, em outra parte da presente ABC...).

- **FIG. 19** - Esquema do Circuito/Experiência... A "coisa" é, basicamente, estruturada em dois blocos. O primeiro é um simples oscilador centrado num transístor unijunção (TUJ) 2N2646 , cujo funcionamento já estudamos na 9ª "Aula" do ABC. Observem (e, se necessário, revejam a 9ª "Aula"...) que a frequência de oscilação depende unicamente o rítmo de carga/descarga do capacitor de 100n, e recebe total influência do valor resistivo entre este (juntamente com o terminal de **emissor** do TUJ) e a linha do **positivo** da alimentação (9V). Tal valor resistivo é determinado pelo resistor fixo de 2K2, **em série** com o conjunto **paralelo** formado pelo resistor fixo de 1M, potenciômetro também de 1M e o próprio "Resistor Dependente" (RD) a ser acoplado ao módulo experimental. Notem que o dimensionamento de todos esses valores foi determinado em Laboratório, de modo a promover o fácil "casamento" com qualquer RD, em ampla gama de valores nominais... Com isso, o módulo experimental torna-se suficientemente "universal", facilitando as coisas para o Leitor/"Aluno". O segundo bloco do circuito é um amplificador simples, baseado no BD139, em **emissor comum** (rever "Aula" nº 7), cujo terminal de **base** recebe o sinal/polarização via resistor de 2K2, que "recolhe" a excitação diretamente no terminal de **base 1** do TUJ ("sobre" o resistor de 100R). Como carga final de **coletor** do BD139 temos o alto-falante, sobre o qual se desenvolverá (já amplificado) o sinal, tornando-se plenamente audível a oscilação gerada pelo TUJ.

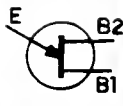
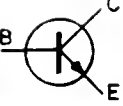
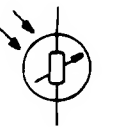
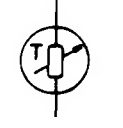
- **FIG. 20** - Principais componentes da montagem experimental, em suas aparências, símbolos e identificações de terminais. NOTEM (os Leitores/"Alunos" assíduos...) que, daqui pra frente, não mais "mastigaremos" dados visuais elementares sobre componentes de uso super-comum, tais como resistores fixos, capacitores (poliéster, disco, eletrolítico, etc.). Apenas os componentes ativos ou "diferentes" (recém-estudados, ou ainda não vistos...) merecerão essa abordagem visual detalhada. Se assim não for, Vocês terminarão "mal acostumados", e não conseguirão nunca "andar com as próprias pernas" (fazem três "Aulas" que estamos avisando que "a moleza ia acabar"... Acabou!). O TUJ e o BD139 têm seus terminais codificados. Quan-

APARÊNCIA	SÍMBOLO
TUJ 2N2646 — E, B2, B1 / B2 E B1	E, B2, B1
TRANSÍSTOR BD139 — B C E	B, C, E
LDR	
TERMÍSTOR (NTC)	T

Fig.20

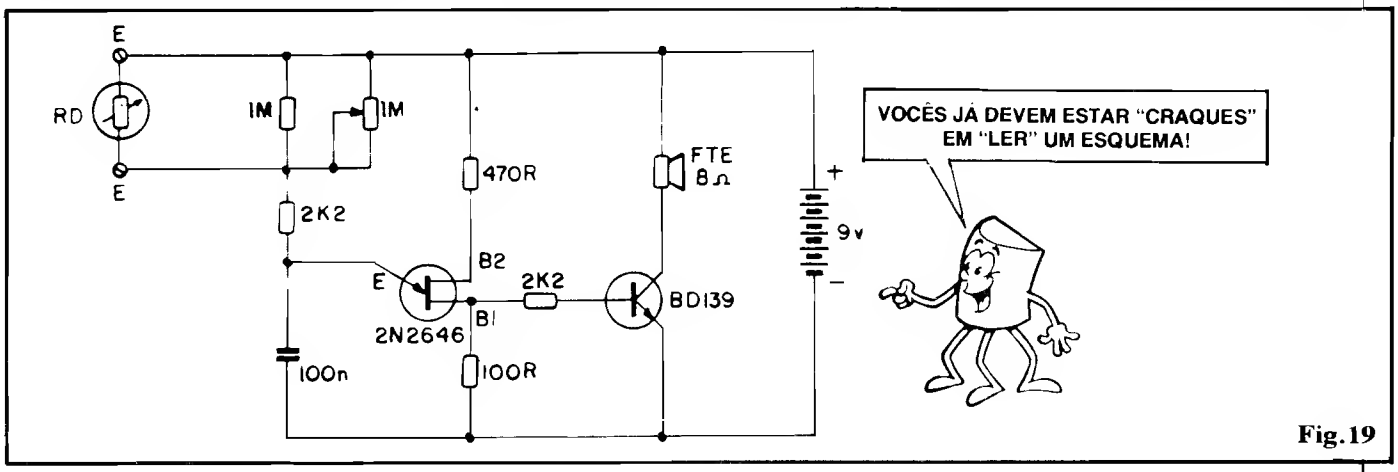



Fig.19

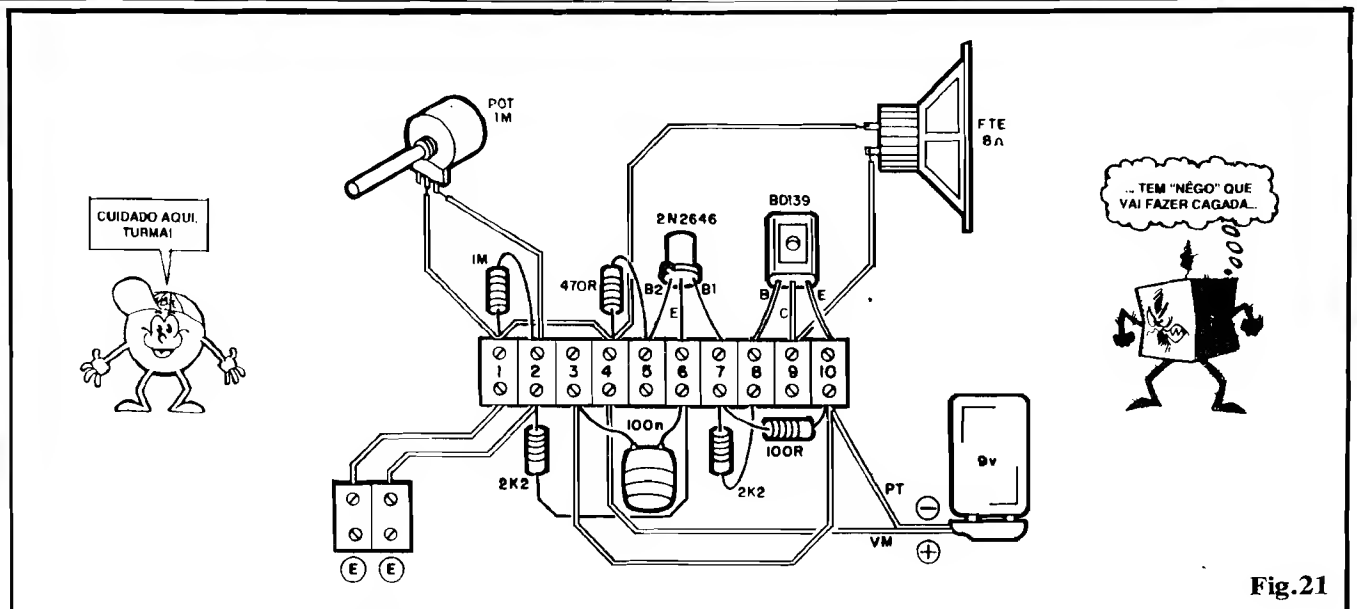



Fig.21

to aos "Resistores Dependentes", LDR e/ou TERMÍSTOR, notem que as aparências mostradas referem-se aos modelos mais comuns, que - contudo - **podem** ser adquiridos em "corpos" um tanto diferentes dos ilustrados... Não se "espantem" com isso, portanto...

- **FIG. 21** - "Chapeado" da montagem experimental, com todos os componentes e suas interligações feitas "em cima" de uma barra de conexão tipo "Sindal", com 10 segmentos... Observar a numeração atribuída aos segmentos da barra, para facilitar a identificação de cada ponto de ligação e a verificação de "o que está ligado onde". Atenção ao posicionamento do 2N2646 e do BD139, aos valores dos resistores (em função das posições que ocupam na barra) e aos **jumpers** (simples pedaços de fio interligando segmentos específicos). Cuidado também com a polaridade da alimentação: fio vermelho (**positivo** vindo da bateria, ao segmento 4, e fio preto (**negativo**) ao segmento 10. Observar o par de segmentos destacados, E-E (ligados aos segmentos 1-2 da barra principal), e que destinam-se justamente a receber as conexões do "Resistor Dependente" que vamos submeter à Experiência. NÃO ligar a bateria ao respectivo "clip" sem antes conferir **tudo** com extrema atenção e cuidado.

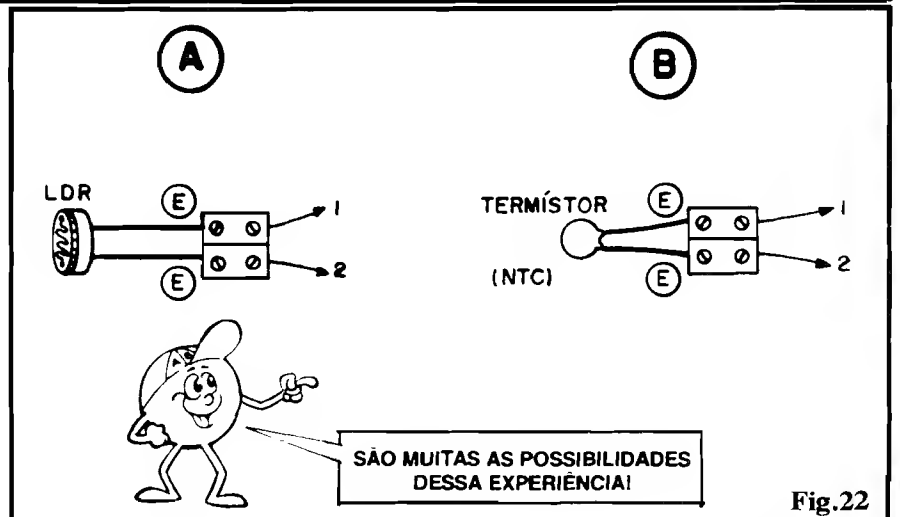



Fig.22

- **SEQUÊNCIA DA EXPERIÊNCIA** - Os mais atentos já devem ter "percebido" as intenções básicas da Experiência... Observando o esquema (fig. 19) fica claro que podemos incorporar ao circuito (via pontos E-E) qualquer "Resistor Dependente"). É exatamente isso o que faremos, analisando, então, "auditivamente", através da mudança da frequência de áudio emitida pelo alto-falante, as variações resistivas ocorridas no sensor, sob a influência dos "fatores externos" (LUZ, para um LDR, CALOR para um TERMÍSTOR, etc.). Vejamos:

- **FIG. 22** - Aos segmentos E-E podemos, então, ligar um LDR (como em 22-A), um TERMÍSTOR NTC (como em 22-B), etc. (outras sugestões mais adiante...). O passo seguite é colocar a bateria de 9V na alimentação do circuito e ajustar o potenciômetro para a emissão de um tom ("apito") de áudio de média frequência (nem muito agudo, nem muito grave, já que o ouvido humano é mais sensível aos tons de frequência média, dentro do seu espectro).

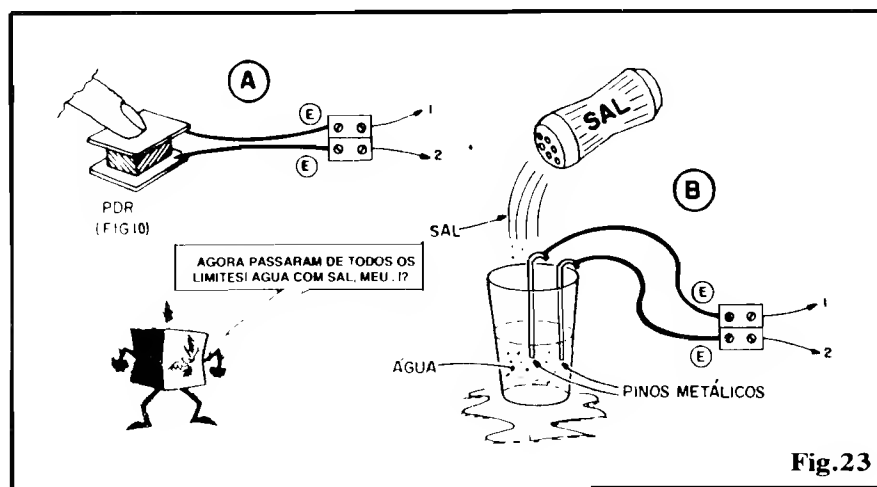
- Se foi usada a configuração 22-A, podemos verificar o comportamento resistivo do LDR apontando-o para uma fonte de luz forte (lâmpada no teto do compartimento, ou janela iluminada pelo dia...) e para uma zona escura qualquer... Também "vedando" momentaneamente a face sensora do LDR com a mão (ou algo opaco), poderemos notar as variações nítidas na frequência de áudio. Outras experiências interessantes

envolvem apontar o LDR para superfícies igualmente iluminadas, porém de **cores** diferentes, aproveitando para intuir que o LDR (como todo e qualquer sensor ótico...) é "mais sensível" à LUZ de algumas cores, do que de outras... Enfim: são muitas as "brincadeiras sérias" que podem ser feitas, e valiosíssimas as conclusões às quais o Leitor/"Aluno" chegará.

- Usada a configuração 22-B, podemos encostar o TERMÍSTOR a um cubo de gelo e, em seguida, aproximar do dito sensor um fósforo aceso ou a brasa de um cigarro, observando as nítidas variações obtidas na frequência de oscilação... É possível até notar a diferença que faz o (pequeno...) calor da própria mão do Leitor/"Aluno" (o tom de áudio fica "diferente" com o TERMÍSTOR "livre" e com o dito cujo firmemente abrigado na mão fechada - e notem que a temperatura superficial do corpo humano costuma ser de apenas alguns graus "acima" da ambiente...!). Também podemos colocar o TERMÍSTOR sob o Sol e na sombra, verificando as mudanças na frequência, induzida pelo calor irradiado (no caso NÃO é a LUZ que tem alguma influência...).

•••••

Em qualquer dos desenvolvimentos ou sequências dadas à Experiência, lembrar que (consultar a "Aula" sobre o TUJ , em ABC nº 9...) o tom de áudio fica mais agudo (a frequência aumenta) com o RD apresentando **menor** Resistência, e mais grave (frequência mais baixa) com o RD mostrando **maior** Resistência... É só analisar os resultados, e tirar as conclusões, ao mesmo tempo comprovando o funcionamento dos RD e as suas sensibilidades!

•••••

- **FIG. 23-A** - Experimentados o LDR é o TERMÍSTOR, que tal aplicarmos ao módulo um RD "feito em casa", como o PDR (Resistor Dependente da Pressão) cuja construção ensinamos nas figs. 10-11...? Basta ligar o dito sensor improvisado aos segmentos de teste E-E, ajustar o potenciômetro do circuito para uma tonalidade de áudio "confortável", em "repouso" e... apertar o PDR, observando as modificações na frequência do "apito"...! Muito elucidativa, também, essa possibilidade!

- **FIG. 23-B** - Na verdade, o circuito que forma o núcleo da Experiência, não passa de um conversor **Resistência/Frequência**, ou seja: um módulo capaz de "interpretar" valores resistivos dentro de ampla faixa, "mostrando-os" como um sinal de áudio de frequência proporcional (na verdade, "inversamente proporcional", já que quanto maior a Resistência, menor a Frequência, e vice-versa...). Quem quiser "ir mais fundo" pode tentar a sugestão experimental ilustrada, que podemos chamar, "forçando um pouco", de SDR (**Salt Dependent Resistor**, ou "Resistor Dependente do Sal"...). O "sensor", no caso, não passa de um copo com água, no qual enfiamos dois pinos metálicos (podem ser pedaços de fio de cobre grosso e nú...), ligados eletricamente, por fios, aos pontos de teste E-E. Ajusta-se o potenciômetro para a geração de um tom de frequência média e, em seguida, vamos "salgando" (isso **mesmo**...) a água... No começo, só um pouquinho de sal. Depois mais, e mais... Anotem as alterações no timbre de áudio produzido, e deduzam o porquê delas!

Fig.23

A Seção de CARTAS da ABC destina-se, basicamente, a esclarecer pontos, matérias ou conceitos publicados na parte Teórica ou Prática da Revista, e que, eventualmente, não tenham sido bem compreendidos pelos Leitores/Alunos. Excepcionalmente, outros assuntos ou temas **podem** ser aqui abordados ou respondidos, a critério único da Equipe que produz ABC... As regras são as seguintes: (A) Expor a dúvida ou consulta com clareza, atendo-se aos pontos **já publicados** em APE. **Não** serão respondidas cartas sobre temas ainda não abordados... (B) Inevitavelmente as cartas só serão respondidas após uma pré-seleção, cujo crivo básico levará em conta os assuntos mais relevantes, que possam interessar ao maior número possível de Leitores/Alunos. (C) As cartas, quando respondidas, estarão também submetidas a uma inevitável "ordem cronológica" (as que chegarem primeiro serão respondidas antes, salvo critério de importância, que prevalecerá sobre a "ordem cronológica"...). (D) NÃO serão respondidas dúvidas ou consultas pessoalmente, por telefone, ou através de correspondência **direta**... O **único** canal de comunicação dos Leitores/Alunos com a ABC é **esta** Seção de CARTAS. (E) Demoras (eventualmente **grandes**...) são absolutamente inevitáveis, portanto não adianta gemer, ameaçar, xingar ou fazer beicinho: as respostas só aparecerão (se aparecerem...) quando... aparecerem!

Endereçar seu envelope assim:

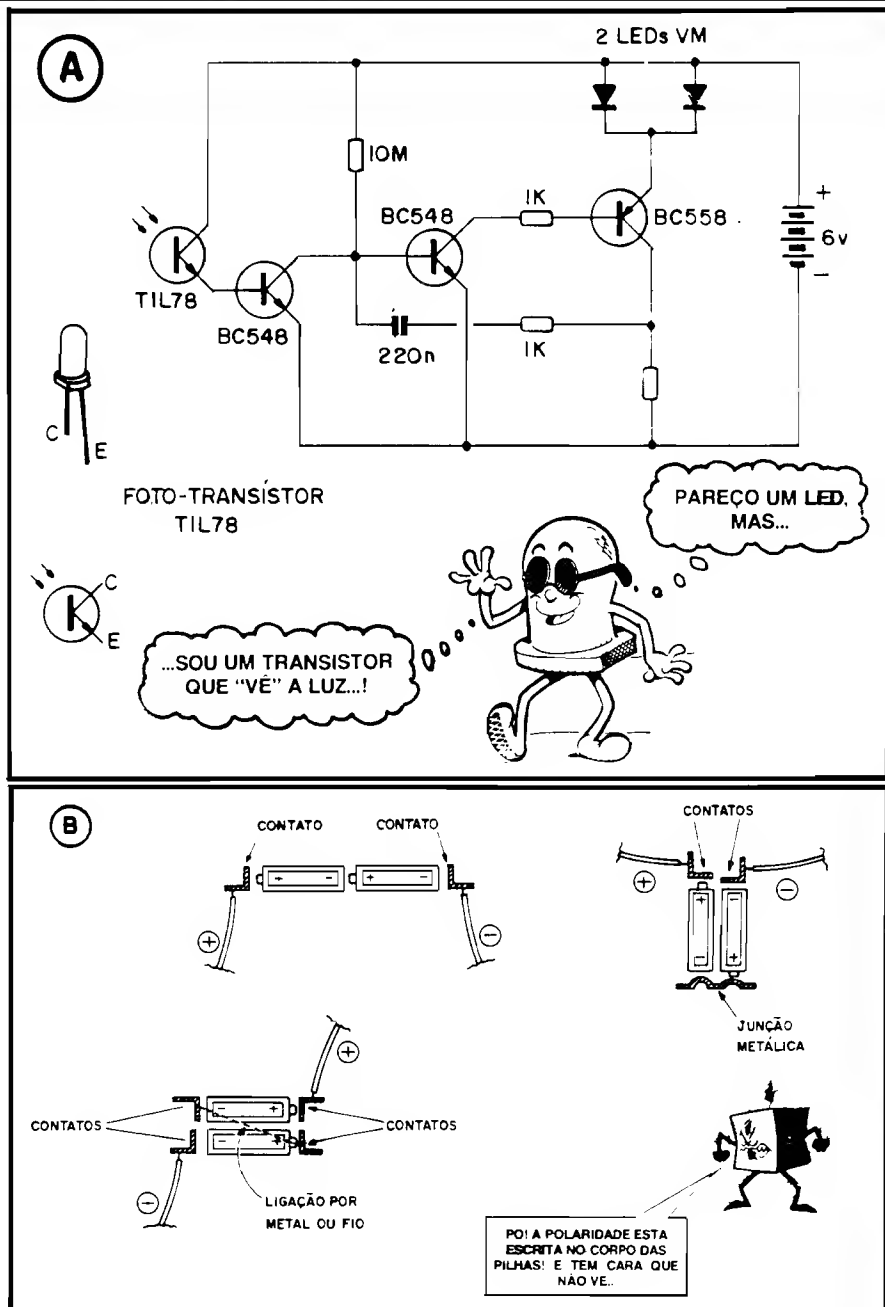
Revista **ABC DA ELETRÔNICA**
Seção de **CARTAS**
KAPROM - EDITORA, DISTRIBUIDORA E PROPAGANDA LTDA.
R. General Osório, 157
CEP 01213 - São Paulo - SP

"Montei, em placa de matriz de conexões ("Pront-o-Labor") o VAGALUME AUTOMÁTICO, mostrado em ABC nº 6, mas não consegui os resultados descritos na "Lição"... Parece-me que há divergências entre o circuito ("esquema") e o "chapeado" e, além disso, o resistor marcado no "esquema" como 10K, no "chapeado" e na LISTA DE PEÇAS aparece com o valor de 10M... Em face da dificuldade em adquirir, aqui em Fortaleza, o LED recomendado para uso como sensor, gostaria de saber se posso substituí-lo por um foto-transístor e - nesse caso - quais as modificações circuitais..." - José Ubiratan Bezerra - Fortaleza - CE.

A única "divergência" entre o "chapeado" e o "esquema", Zé, é realmente a indicação de "10K" para o resistor (CUJO VALOR **REAL** DEVE SER 10M...). Sua atenta colaboração já resultou na devida ERRATA a respeito, publicada várias "Aulas" atrás (esse "descasamento" entre a publicação da ERRATA e - agora - da sua carta a respeito, se deve à sabida antecipação com que a Revista é produzida... Estas linhas, que **agora** Você está lendo, foram redigidas cerca de 90 dias atrás!). Note que, com a aplicação do resistor de 10M, no local indicado no "chapeado", o VAGALUME **funcionará** corretamente! Quanto ao LED/sensor, recomendamos que o componente fosse do tipo "transparente" (e não "translúcido"...) por uma questão de sensibilidade à luz ambiente... Nos nossos testes de Laboratório, o funcionamento ficou nitidamente **melhor** com o LED tipo "cristal" (aquele que "dá pra ver lá dentro"...). É possível, sim, alterar-se o circuito básico para funcionamento com **foto-transístor**, porém como a idéia básica do VAGALUME apontava para uma montagem de **baixo custo** e com **poucas dificuldades** na obtenção das peças, direcionamos a "coisa" para o "LED/sensor" no intuito único de simplificar e reduzir o dispêndio "financeiro" da Turma! Observe a fig. A onde o "esquema" original do VAGALUME (fig. 1 - pág. 38 - ABC nº 6) já recebeu a modificação por Você solicitada... O foto-transístor (TIL78) simplesmente "ocupa o lugar" do LED/"sensor" e do transístor BC548 acoplado... Observe, ainda na fig. A, a aparência, pinagem e símbolo do foto-transístor TIL 78 que, embora pareça **muito** com um LED comum, **não** o é! O "jeitão" do componente é idêntico ao de um LED redondo, 3 mm, com encapsulamento "incolor", porém seu funcionamento é totalmente diferente: em poucas palavras (quando, em futura "Aula", detalharmos o "casamento" entre A LUZ E A ELETRÔNICA, falaremos com mais profundidade sobre o assunto...) um foto-transístor é um "parente próximo" dos transístores bipolares comuns, dotado de encapsulamento transparente (para que a LUZ possa penetrar e atingir as junções semi-condutoras...). A energia da LUZ, no caso, age como se fosse a "velha" corrente de **base**, excitando mais e mais o transístor (na proporção da luminosidade...), até levá-lo à saturação, ou seja: condução plena entre **coletor/emissor**! Note, a propósito, que o TIL78 sequer apresenta um terminal de **base** (isso porque nele a "facilitação" aos portadores de corrente nas junções semicondutoras é feita unicamente pela penetração da LUZ externa...). Existem outros foto-transístores, estes **dotados** de terminal de **base** (através do qual pode-se, com resistores, estabelecer uma pré-polarização determinadora da sensibilidade e do "ponto" de funcionamento...). Para finalizar, Zé Bira, justificando o "formato" original do projeto do VAGALUME, um foto-transístor custa bem mais do que o conjunto LED/transístor inicialmente recomendado... A escolha é sua!

"Um colega adquiriu uma fonte de alimentação com saída de 12V sob corrente de 400mA (conforme etiqueta na própria caixa) e utilizou-a para alimentar um auto-rádio com toca-fitas... O conjunto funcionou durante um pequeno tempo, porém, logo em seguida surgiu uma grande distorção no som (acredito que por insuficiência da corrente...). Como sou um Leitor "juramentado" e colecionador dessa magnífica Revista, lendo a 6ª "Aula", mais especificamente o assunto relacionado à fig. 7 - pág. 10 - ABC nº 6, calculei que poderia aumentar a corrente com o auxílio de um

transístor... Estou enviando um "esqueminha" para análise da Equipe de ABC, baseado num transístor de potência TIP31 e que, anexado à saída da tal fonte, espero que reforce a corrente até o ponto necessário..." - Márcio Y. Matuzaki - Dracena - SP.

Seu raciocínio, Márcio, está **metade correto e metade incorreto**... Vejamos: Você detetou com precisão a **causa** da distorção verificada no som do auto-rádio/toca-fitas... Ela ocorreu certamente por insuficiência de **corrente**! Um auto-rádio (mesmo os de menor potência final) precisa da alimentação de 12 VCC sob uma corrente de **pelo menos** uns 2 ou 3 ampéres (ou com saída de alta potência precisam de corrente ainda **maior**...). Com os seus "pobres" 400mA, a fonte adquirida pelo seu amigo simplesmente "arriou", ou seja: na "tentativa" de entregar ao circuito do auto-rádio, literalmente **mais corrente do que era capaz de gerar**, sua **tensão** de saída foi "lá pra baixo" (se Você tiver como medir, verá que deve ter ficado entre 6 e 9 volts...). Com isso, as polarizações dos transístores ou Integrados existentes no circuito do auto-rádio se mostraram insuficientes para os devidos "pontos" de funcionamento... As amplificações ficaram, então, "incompletas", ou seja: o "formato" das ondas na saída do sistema passaram a não mais "copiar" direitinho as formas dos sinais apresentados para amplificação, daí a **distorção**! A solução **unica** para o caso é uma fonte com **maior capacidade de corrente** (como já foi dito, se a dita fonte "der" **menos** do que 2 ou 3 ampéres na saída, nem precisa "experimentar"...). Agora, quanto à eventual utilização de um simples transístor de potência, na saída da dita fonte (400mA), de modo a "amplificar" a corrente até o nível necessário ao auto-rádio. Você cometeu um erro de raciocínio (não fique preocupado: quase todo iniciante dá **esse mesmo** "escorregão" de cálculo ou interpretação...). É verdade que o transístor bipolar comum é, basicamente, um ótimo **amplificador de corrente**, porém Você se esqueceu de que o dito componente NÃO É, com certeza, um **GERADOR** DE CORRENTE! O transístor é perfeitamente capaz de "pegar uma correntinha", na sua **base**, e "transformá-la numa correntona", no seu **coletor**. DESDE QUE SEJA ALIMENTADO, PARA ISSO, PELA NECESSÁRIA FONTE DE ENERGIA (e esta **tem** que ser capaz de suprir a tal "correntona" que queremos recolher no **coletor**!). Como a única fonte de energia que Você tem é a **mesma**, "fracota", com seus parcos 400mA (sob 12V), **nunca**, em hipótese alguma, será possível ao TIP31 (apesar de toda a sua "força"...) fornecer ao auto-rádio **mais** do que esses mesmos 400mA. Um transístor é um CONTROLADOR PROPORCIONAL da corrente, e **NÃO** um **fornecedor** de energia... Não se pode amplificar o inexistente!

●●●●●

"Primeiramente gostaria de fazer o meu elogio ao ótimo trabalho da Equipe que produz ABC e APE... Queria também algumas informações técnicas, parâmetros, pinagens, etc, sobre alguns Circuitos Integrados que obtive, numa aquisição de "sucata" (segue relação anexa...)" - Reinaldo G. Valente - Rio de Janeiro - RJ

Infelizmente, Reinaldo, não podemos fazer esse tipo de atendimento, que "foge" ao espírito de ABC... Só para "dar um toque", a totalidade dos códigos de Integrados que Você relacionou refere-se a componentes de uso muito específico em circuitos de informática, computação e comunicação digital de dados... São peças que não apresentam para Você, (como assumido "iniciante"...) nenhuma validade prática imediata! Aguarde, com a devida paciência, que ABC atingirá, com suas "Aulas", os aspectos e fundamentos da Eletrônica Digital, quando então falaremos (e usaremos...) sobre Integrados altamente específicos... Pensávamos que tal tipo de conselho (por sua obviedade...) não seria necessário, mas lá vai: - Ao adquirir

uma "sucata", no intuito de reaproveitar peças e componentes, uma boa análise visual deve ser feita, buscando placas que contenham pelo menos um razoável número de componentes **conhecidos** (ou com códigos "reconhecíveis"...), caso contrário, toda a aparente vantagem do baixo custo se perderá na absoluta impossibilidade de aplicação **real** das peças! Agradecemos pelos elogios, Reinaldo... Fique com a gente!

●●●●●

Não consegui "pegar" bem a real função de um CAPACITOR num circuito, ou seja: "o que ele FAZ"... Entendi as explicações teóricas e práticas, mas será que dava para mostrar, em poucas palavras, esse aspecto...? Aproveito para dar os parabéns pela excelente Revista..." - Rodrigo B. de Souza - Araraquara - SP

Em pouquíssimas palavras, Rodrigo...? Então, tá: - Um CAPACITOR é um componente capaz de GUARDAR cargas elétricas (manifestadas na forma de uma **Tensão** entre seus terminais). Isso é - simplesmente - TUDO o que um Capacitor pode fazer (e faz...). Todo o "resto" das aparentes "habilidades" de um Capacitor está condicionado ao seu acoplamento inteligente com os demais componentes, notadamente os Resistores (eternos "companheiros" dos Capacitores, em "infinitas" aplicações e arranjos circuitais). Numa comparação "curta e grossa", enquanto um RESISTOR só faz "dificultar" (em maior ou menor grau, dependendo do seu valor) a **passagem** da **corrente**, um CAPACITOR, por sua vez, constitui um "lugar de repouso", uma guarita onde a **corrente** (na forma de seus portadores, que são os **elétrons**...) pode "ficar e acumular-se" (também em maior ou menor "quantidade", dependendo do valor do componente...). Graças a essa aparentemente simples "habilidade", o CAPACITOR, enquanto componente de circuito, pode trabalhar como (entre outras interessantes funções...): armazenador, filtro, bloqueador de C.C. e "permitidor" da passagem de C.A., "restringidor" da faixa de frequência (em C.A.) passante, temporizador, realimentador temporizado de sinais, e etc., e etc., e etc. Basta Você ficar atento às explicações dadas no item "O CIRCUITO - COMO FUNCIONA, ou ANTECIPAÇÃO TEÓRICA", sempre finalizando as Seções de Prática do ABC, e verá "quanta coisa" um simples CAPACITOR pode "fazer", em inúmeros circuitos e "posições"...!

*"Na Montagem Prática da BARREIRA ÓTICA DE SEGURANÇA (ABC nº 7) foi mostrado um componente novo, o LDR, e explicado brevemente, que se tratava de uma espécie de "resistor" cujo valor "muda", em função da luz que recebe... Não seria o caso de detalhar mais um pouco o funcionamento e as aplicações desse que me parece ser um componente **muito** importante em diversas aplicações práticas...?" - Etevaldo do Nardini - Curitiba - PR*

Puxa, Etevaldo! Como Você escreve "bonito"...! Já tem gente aqui querendo contratar Você para Redator de ABC... Quanto à sua solicitação, está "forrada" de razões, tanto que a presente Revista/"Aula" traz, justamente, detalhes teórico/práticos abrangentes sobre o LDR!

●●●●●

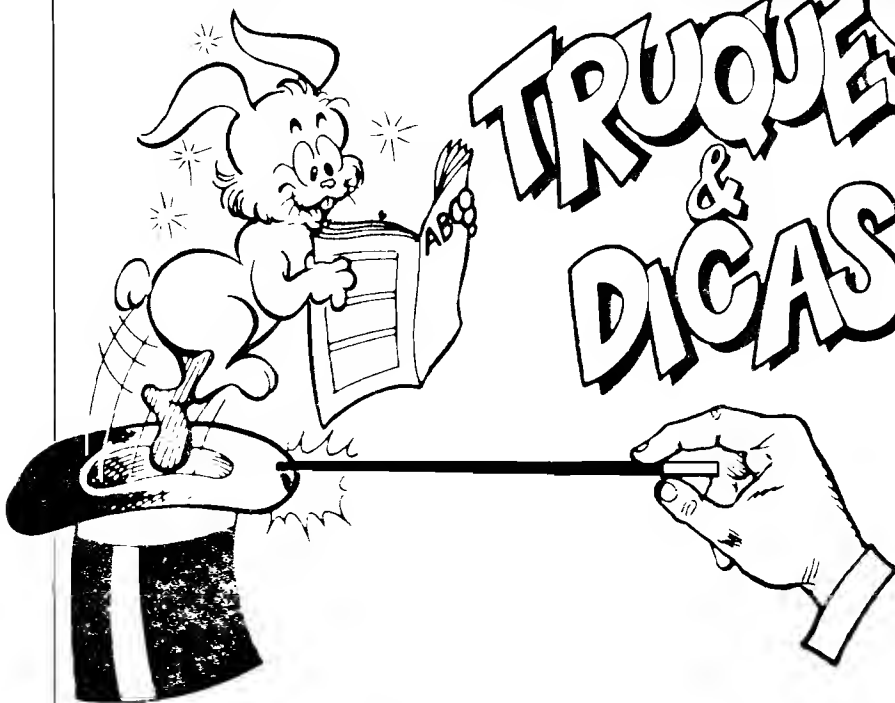
*"De enorme utilidade para nós, principiantes, a matéria do TRUQUES & DICAS de ABC nº 7, com aqueles detalhes fantásticos sobre plugues, jaques, ligações, polaridades, etc., que eu nunca tinha visto em revista alguma... Para mim, pessoalmente, "quebrou um imenso galho": fiz adaptações para alimentação com mini-fontes em tudo quanto foi radinho por aqui (até ganhei uns "trocos" com isso... obrigado!). Mais especificamente, a figura 4 - pág. 31 - ABC nº 7, constituiu uma ajuda **real** nas identificações que tive que fazer... Num aparelho (radinho), porém, ocorreu um problema: alimentado por 3V (duas pilhas pequenas), não há suporte "solto" para as pilhas, já que estas ficam num compartimento especial, interno... Os fios que saem desse pequeno compartimento não são **vermelho** e **preto** (pensei que Vocês tinham dito que a norma é "universal"...), mas **amarelo** e **branco**...! Como não quero "pisar na bola", recorro a Vocês (posso ter que esperar um tempão, mas noto que as respostas às CARTAS são sempre diretas e "solucionantes", então vale a pena "ficar na fila"...)" - Luiz Manoel Ribeiro - Goiânia - GO.*

Nem precisa mandar a nossa comissão sobre o "tutú" que Você "faturou" adaptando os radinhos aí da sua turma, para funcionamento com mini-fontes, Luiz! Contentamo-nos com o prazer que nos dá saber que já tem "Aluno pondo as manguinhas de fora" e transformando os conceitos e informações básicas aqui aprendidos no verdadeiro "embrião" de uma atividade profissional! Parabéns pela iniciativa, e vá em frente! Agora quanto ao famigerado compartimento de pilhas dotado de fios **amarelo** e **branco**, deve ser coisa do oriente (Formosa, Coréia, China, e outras localidades, aqui pertinho e de língua fácil...). No caso, muito certamente o **amarelo** será o fio **positivo** ("finja" que é o **vermelho**) e o **branco** o **negativo** (faça de conta que é o **preto**). De qualquer modo, uma observação mais atenta à própria disposição das pilhas no dito compartimento ou suporte (ver fig. B), com relação aos fios ligados aos contatos, "dará a pista" sobre a polaridade... Quanto à questão da "universalidade" das normas, Luiz Mané, podemos lembrar que TODAS as "normas" religiosas, civis, sociais, tribais, políticas, administrativas, clubísticas e até "turmísticas", existentes **no mundo**, rezam que a HONESTIDADE ABSOLUTA é um dever, uma obrigação de todas as pessoas... Agora, saia à rua e "conte" os realmente honestos (para simplificar, conte nos dedos das mãos...). Num exemplo mais "radical", observe o chamado "PRIMEIRO ESCALÃO" (não precisamos dizer "primeiro escalão" **DE QUÊ**, que Você sabe muito bem do que estamos falando...) e faça a mesma contagem... Vai sobrar dedo...

QUEREM TROCAR CORRESPONDÊNCIA

- CLUBE ÔMEGA ELETRÔNICA Rua Limeira, 324 - CEP 15378 - Ilha Solteira - SP

- Halexander Mühringer - Rua Benjamim Constant, 83 - Jardim Munhoz, CEP 07030 - Guarulhos - SP

●●●●●

UMA RÁPIDA "OLHADA" NO FOTO-TRANSÍSTOR, TAMBÉM UM COMPONENTE "ESPECIALIZADO EM VER A LUZ", PORÉM QUE FUNCIONA POR PRINCÍPIOS DIFERENTES (QUANTO AO LDR...). E MAIS: EFETIVOS SENSORES DE LUZ E DE CALOR QUE PODEM SER FACILMENTE "IMPROVISADOS" A PARTIR DE LEDs E DIODOS COMUNS (VEJA "PORQUÊ" E "COMO"...)!

Quando, na parte Teórica inicial da presente Revista/"Aula", vimos os resistores especiais, dotados de certas "sensibilidades" a fatores externos (Luz, Temperatura e até Tensão...), temos certeza de que o assunto **despertou** forte "curiosidade criativa" em todos os Leitores/"Alunos"! É realmente fascinante a enorme série de possibilidades aplicativas que se abre, quando descobrimos que existem componentes capazes de "ver a Luz" ou de "sentir o Calor", e - o que é mais importante - **manifestarem** esses "sentidos", eletricamente, de forma que blocos ou módulos circuitais possam "aproveitar" essas importantes informações recolhidas no "mundo exterior"...

A moderna tecnologia industrial, lastreada em milhões e milhões de dólares investidos em pesquisas, gerou componentes altamente especializados, cujos custos finais foram sendo proporcionalmente reduzidos, à medida que as quantidades produzidas foram aumentando... Assim, atualmente, qualquer "hobbysta" ou estudante pode (sem arrombar o bolso...) comprar, em varejistas "comuns", sensores super-sofisticados que, algumas décadas atrás eram privilégio de aplicações laboratoriais ou industriais (nós, "pobres mortais", só podíamos ficar "babando", do lado "de cá" das vitrines...).

Entretanto, é sempre bom lembrar que - a partir de um conhecimento mais profundo sobre o comportamento de cada componente - podemos, muitas vezes, "obrigar" um simples diodo comum, ou um mero LED, desses baratinhos, a realizar funções (até surpreendentes...) para as quais **não foram** originalmente inventados nem fabricados!

É justamente sobre tais possibilidades, puramente "criativas", que o presente TRUQUES & DICAS (mais uma vez justificando plenamente o **nome** da Seção...) discorre! Como preâmbulo, falaremos um pouco (a abordagem mais densa e específica será feita em futura "Aula" dedicada ao assunto...) sobre um dedicado e especial sensor ótico, o FOTOTRANSÍSTOR, porém, logo em seguida, daremos uma série de "dicas" e ensinaremos vários "truques" que podem (e devem...) ser aplicados pelos Leitores/"Alunos", tanto na elaboração de circuitos de **sua** criação eventual, quanto na pura e simples **substituição** de sensores específicos, "quebrando **importantes** galhos" em inúmeras circunstâncias!

•••••

O FOTO-TRANSÍSTOR

O LDR é, basicamente, um RESISTOR... Só que é feito com materiais capazes de "reagir" à luminosidade ambiente, cujos níveis **determinam** o momentâneo valor ôhmico do dito componente... Principalmente, o LDR é um componente "passivo", **não polarizado.**

Um FOTO-TRANSÍSTOR tem "sensibilidades parecidas" com as de um LDR, porém funciona de outra maneira... Todo "sanduíche" semicondutor (tipo NPN ou PNP) ou mesmo qualquer junção simples de materiais semicondutores (seja no sentido PN ou na "direção" NP...) é passível de receber "influências" a partir de energia externamente aplicada! A "estabilidade" das baterias de potencial (ver "Aulas" sobre os DIODOS e TRANSÍSTORES), bem como a "facilidade" de movimento dos portadores de corrente (sejam elétrons, sejam "buracos"...) são, basicamente, determinadas pela ENERGIA injetada no sistema, não importa a "forma" assumida por tal energia!

Enquanto que, num transístor "comum", essa "injeção" de energia é feita via sinais puramente elétricos, aplicados ao eletrodo (terminal) de **base** (variando - por exemplo - a **corrente** da tal **base**...), num FOTO-TRANSÍSTOR essa "injeção" de energia pode simplesmente ser feita pela LUZ que atinge a junção (ou as junções...)! LUZ **é energia**. É um fenômeno ondulatório eletro-magnético situado numa faixa específica de frequências! Em futuras "Aulas" veremos que - apenas ressalvando a

FREQUÊNCIA - LUZ é "igualzinha" ao CALOR, às "ONDAS DE RÁDIO" e a um "monte" de outras manifestações dentro do chamado espectro eletro-magnético!

Partindo desse princípio básico, um FOTO-TRANSÍSTOR é, em essência, um transístor que contém uma "janela" (isso fisicamente e oticamente falando) que permite a "entrada" de LUZ. Esta, atingindo as junções semicondutoras, "faz o papel" da **corrente de base**, facilitando mais ou menos (dependendo da intensidade da LUZ...) o trânsito dos portadores de corrente entre o **emissor** e o **coletor** do componente!

- **FIG. 1** - Em 1-A vemos o **símbolo** (em cima) e a **aparência** (em baixo) de um foto-transístor típico (TIL78). Notem que o foto-transístor mostrado **não tem** terminal de **base** e, ao seu símbolo, são acrescentadas aquelas "setinhas", vindas "de fora para dentro", indicando a necessária incidência da radiação luminosa, para a excitação do dispositivo. Muitos dos foto-transístores (como o exemplificado TIL78), externamente, "parecem" com um LED comum... A razão dessa semelhança é simples: um LED tem que ter um encapsulamento que permita a **passagem** da LUZ, gerada "lá dentro", para fora... Um foto-transístor também **tem que ter** uma "casca" transparente à LUZ, só que, agora "para entrar"! Existem **outros** encapsulamentos para foto-transístores, porém inevitavelmente **todos eles** são, ou **transparentes/translúcidos** (iguaizinhos a LEDs...) ou dotados de corpo metálico, porém com "janelas" ou "lentes" que permitam a livre "entrada" da LUZ! Relembrando as "diferenças/semelhanças" entre um transístor "comum" e um foto-transístor, em 1-B temos a estrutura básica de funcionamento do transístor bipolar "cego" (comum), configurado em **emissor comum** (ver "Aulas" sobre os TRANSÍSTORES, já dadas...). Depois de devidamente ligado à fonte de energia (+ e -), um resistor (pelo menos...) estabelece uma pré-polarização de **base** (função de RPB, no diagrama/exemplo...), e, a partir disso, qualquer sinal aplicado à Entrada "E" (na forma de uma Tensão ou uma "variação de Tensão", que por sua vez estabelece uma Corrente ou uma "variação de Corrente"...) é devidamente amplificado pelo componente, manifestando-se na forma de uma Corrente de **coletor** proporcionalmente mais intensa, sobre a carga RC, ou na forma de uma variação de Tensão mais "incrementada", na Saída "S". Já num foto-transístor do tipo "sem terminal de base", como em 1-C, precisamos apenas de alimentar o componente (+ e -), já que a excitação "de base" é proporcionada pela energia da LUZ que penetra o encapsulamento, atingindo as junções! Quanto mais LUZ, mais Corrente de **coletor** (que se desenvolve sobre RC) e proporcional variação de Tensão, manifestada na Saída "S". Literalmente, a LUZ **faz o papel** da Corrente de **base**... Existem, também, foto-transístores **com** terminal de **base** (porém **sempre** dotados de encapsulamento transparente/translúcido, ou de uma janela/lente por onde a LUZ externa possa "entrar"...). Nesse caso (estudaremos em "Aula" futura...) o tal terminal de **base** pode ser usado do mesmo jeitinho que é feito num transístor comum, ligando-se ao dito cujo um resistor, através do qual estabelecemos uma pré-polarização que coloca o componente "no ponto" desejado de funcionamento... A partir daí, toda a excitação "extra" é feita pela LUZ que, "de fora", atinge o componente...

●●●●●

IMPROVISANDO SENSORES ÓTICOS (E TÉRMICOS), USANDO COMPONENTES "NÃO ESPECÍFICOS"...

Não esquecendo do que foi dito no começo, que energia na

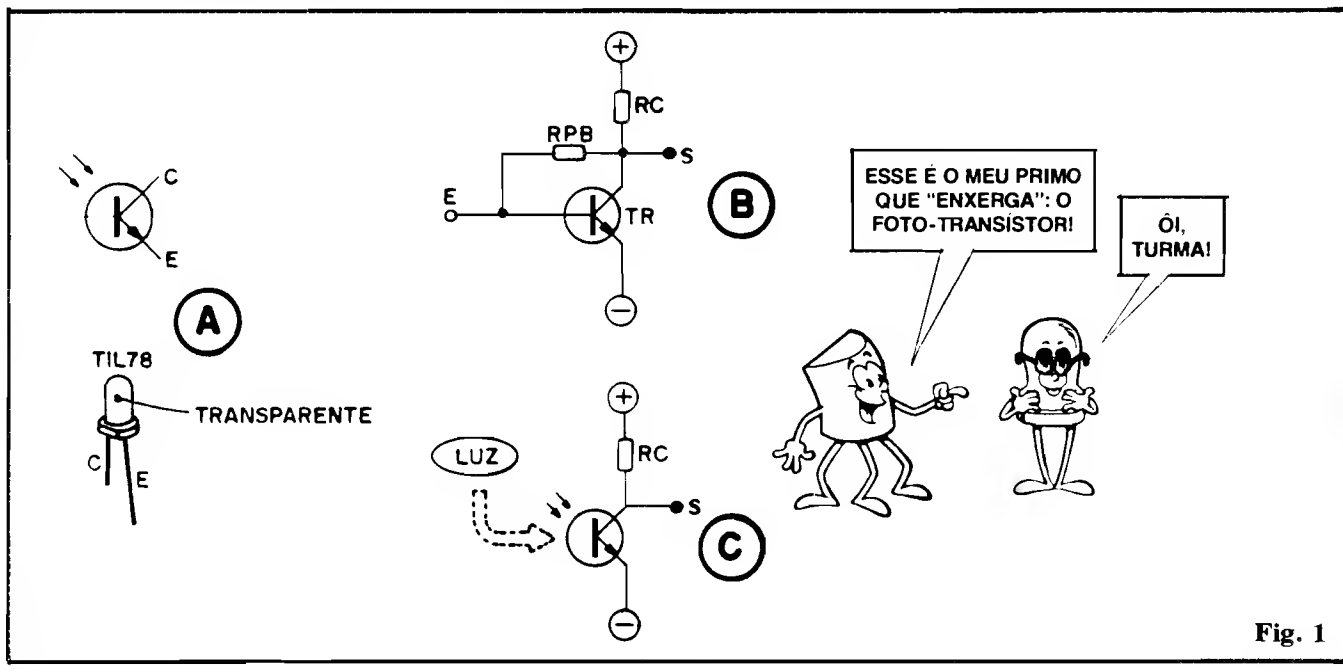



Fig. 1

forma de radiação luminosa ou térmica, externamente aplicada, determina alterações no "comportamento elétrico" das junções semicondutoras, não será difícil entender as explicações seguintes... Mas vamos "passo-a-passo"...

- **FIG. 2-A** - O "velho" e comum LED (visto na "Aula" nº 5), em aparência, símbolo e pinagem. O "corpo" é, obviamente, "permeável" à LUZ, transparente ou translúcido, permitindo que a radiação luminosa gerada na junção, pela passagem da corrente em polarização **direta**, "saia para o exterior" (se assim não fosse, tudo se passaria como uma pequena lâmpada acesa **dentro** de uma caixa hermética e opaca... De nada serviria...).

- **FIG. 2-B** - Num LED sob corrente **direta** (alimentação pela fonte B sob polaridade "certa"...), a LUZ é emitida. A corrente direta (ID) é normalmente limitada e parametrada pela presença, em série, do resistor RL... Na prática, a corrente ID é **tão intensa** quanto o permitir o próprio valor de RL (ver Lei de OHM), podendo chegar a níveis mais ou menos elevados, desde que não "estoure" os limites inerentes ao LED (se "passar" do que o dito cujo "aguenta", ele "queima"...).

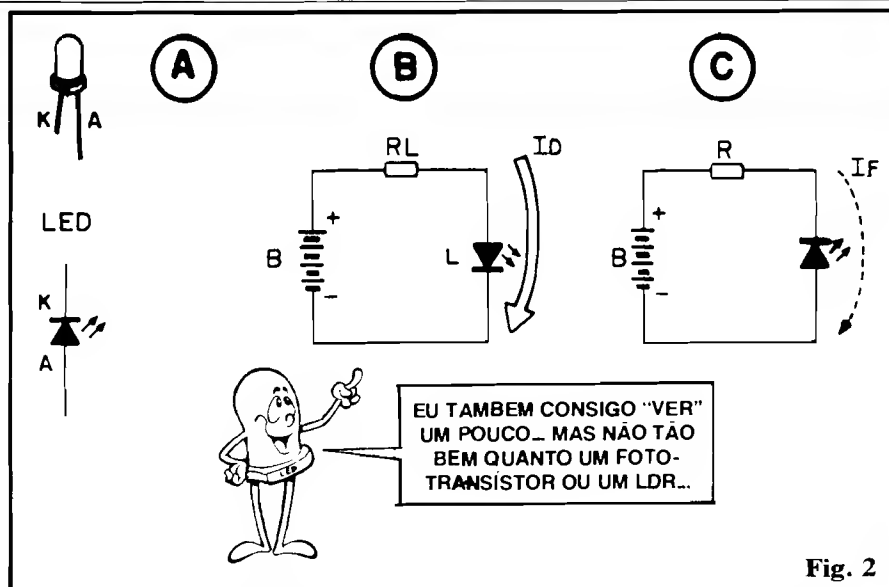



Fig. 2

- **FIG. 2-C** - Se, contudo, num arranjo semelhante ao da fig. anterior, colocarmos o LED sob polaridade **inversa**, não teremos a emissão de LUZ. Na prática, no dia-a-dia dos cálculos e das aplicações, consideramos que - nessa circunstância - não há circulação de corrente... No entanto, HÁ! **Muito** pequenina, **muito** "fraquinha", mas HÁ... Trata-se de uma minúscula Corrente de Fuga (inversamente "vencendo" a enorme barreira da junção semicondutora do LED, agora "invertida"...). Na casa dos picoampéres (pouca coisa maior do que "nada"...), mas, seguramente, PASSANDO PELO **LED**!

- **FIG. 3** - É justamente na condição proposta em 2-C que se manifesta a "sensibilidade" do LED à uma excitação por LUZ externa... Como o encapsulamento é **transparente** (e **tinha** que ser, para que a LUZ pudesse "sair" do LED, conforme a intenção básica do componente...), a LUZ proveniente do exterior pode também **penetrar** e incidir sobre a junção semicondutora PN... Essa energia (proporcionada pela LUZ vinda de fora...) diminui, um "tiquinho", as dificuldades que a Corrente encontra, naturalmente, para "vencer" a polarização inversa da junção e, com isso, permite um nítido (ainda que muito pequeno)

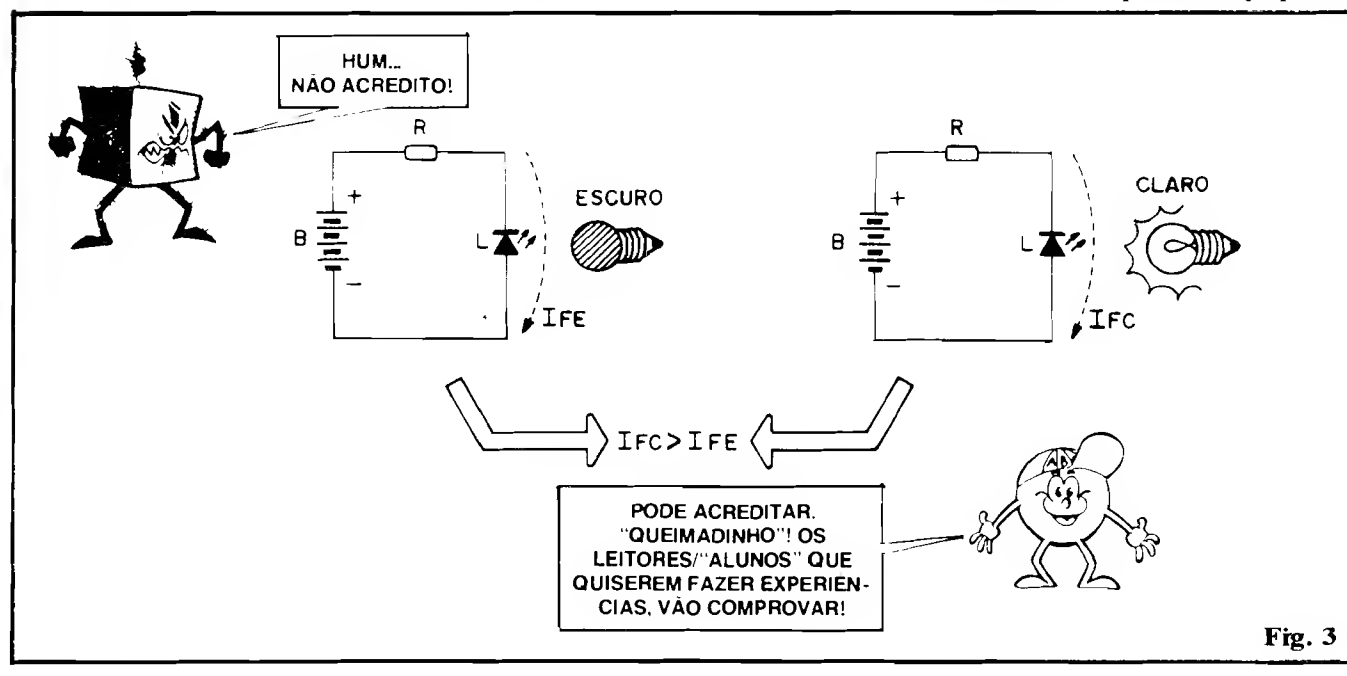



Fig. 3

aumento no valor da tal Corrente de fuga ou de "vazamento"! Em poucas palavras: com o LED (devidamente polarizado "ao contrário"...) NO ESCURO, a Corrente de fuga (IFE) é **MENOR** do que a Corrente de fuga com o componente sob LUZ forte (IFC)! Simplificando: conseguimos uma "manifestação elétrica" a partir de uma "manifestação luminosa", com proporcionalidade (mais LUZ = mais Corrente, menos LUZ = menos Corrente...).

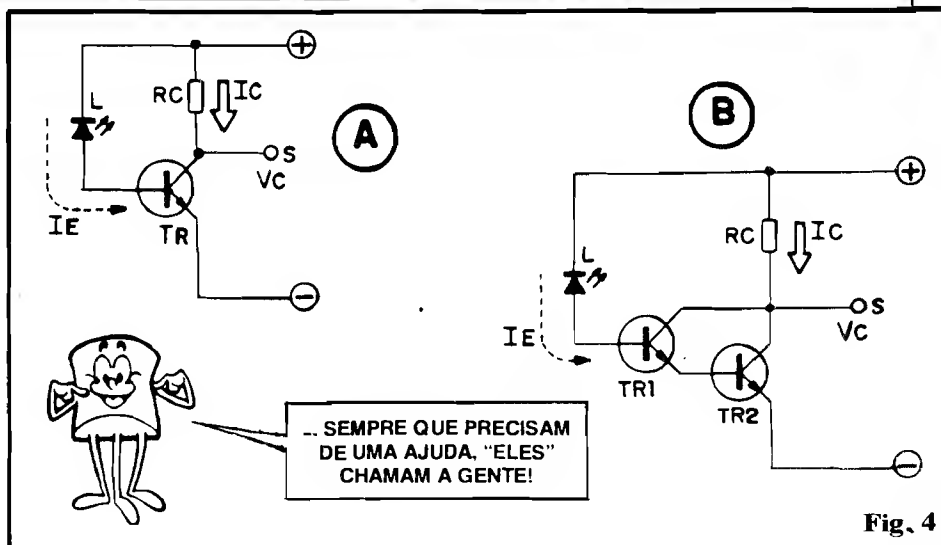
●●●●●

Então, "**um LED comum É um sensor ótico**...?". É, sim! Só tem um "porém"... O grau de sensibilidade é muito pequeno, ou seja: uma **grande** alteração na intensidade da LUZ que atinge o componente, determina uma **minúscula** variação na tal Corrente inversa "de fuga"... Mas, "o quê podemos fazer" com "minusculíssimas" variações de Corrente...? Praticamente nada...

Mas nós **temos**, à nossa disposição um componente capaz, **exatamente**, de AMPLIFICAR pequeníssimos níveis (ou minúsculas variações) de Corrente! Quem responder primeiro **qual é** esse componente, ganha um picolé derretido...

O TRANSÍSTOR, é claro! A própria "razão de ser" do Transístor é AMPLIFICAR CORRENTES! Então, podemos usá-lo para "reforçar" as frágeis manifestações opto-elétricas do LED, enquanto sensor...? **PODEMOS, SIM!**

Fig. 4

- **FIG. 4-A** - Se arranjarmos um mini-circuito conforme o diagrama, a "correntinhazinha" reversa no LED/sensor (que podemos agora chamar de Corrente de Entrada, ou IE...) excitará diretamente a **base** de um transístor (TR) bipolar, comum! Nessa configuração, a Corrente de **coletor** (IC), desenvolvida sobre o resistor de "carga" (RC) será proporcional (e amplificada...) a IE! Da mesma forma, a Tensão medida no **coletor** de TR (VC), será também proporcional (universamente) à Corrente IE! Assim, tanto "aproveitando" a Tensão (ou sua variação) na Saída (S), quanto a Corrente (ou também sua variação) sobre RC, teremos uma manifestação bem amplificada da sensibilidade à LUZ, por parte do LED "L"...

- **FIG. 4-B** - Ainda assim, para muitas aplicações práticas, os níveis (variações) de Tensão ou Corrente obtidos na Saída "S" podem ser demasiadamente modestos... Não é caso para desespero! Basta meter **outro** transístor, "reforçando" o trabalho amplificador do primeiro! Com TR1 e TR2, em configuração **Darlington** (já vimos isso, em "Aula" anterior...), conseguimos uma "super-amplificação", com o que a variação da Corrente de Saída (IC) e da Tensão de Saída (VC) - sempre proporcionais à Corrente de Entrada (IE) - que, como sabemos, é proporcional à intensidade da LUZ que atinge o LED... - serão ainda mais **intensas** do que as obtidas com a simples amplificação mostrada na fig. 4-A!

- **FIG. 5** - Enfim, corretamente interligados, um LED mais dois transístores bipolares, **podem**, em muitos casos práticos, substituir **diretamente** um foto-transístor, conforme mostrado na fig. 1... O conjunto mostrado em 5-A pode receber ligações externas, como se o ponto "C" fosse o **coletor** de um foto-transístor, e o ponto "E" seu **emissor**! É bem verdade que SENSIBILIDADE ESPECTRAL, ou seja, relacionada à frequência ou cor da LUZ recebida, pode não ser tão boa, ou específica, quanto seria a de um foto-transístor "real"... Porém, em muitos circuitos práticos "não pretencio-

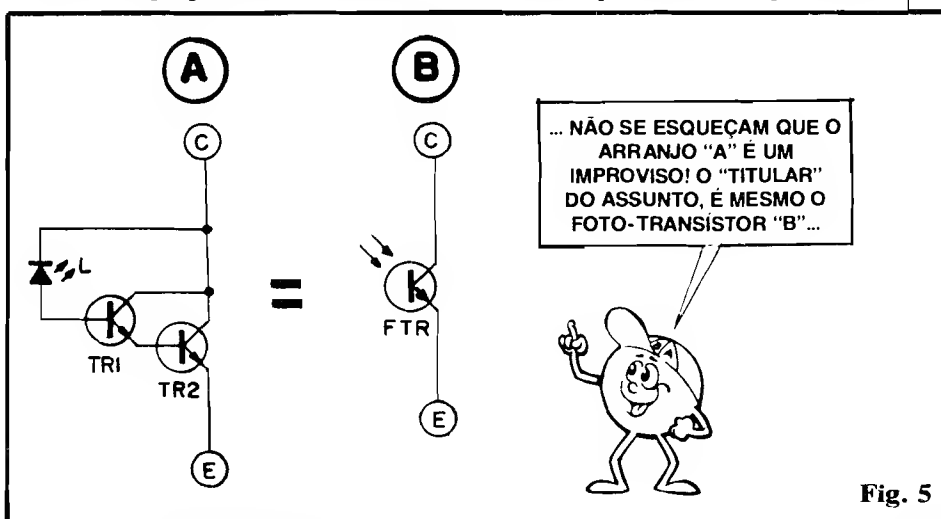



Fig. 5

sos" ou pouco críticos, os arranjos mostrados e exemplificados nas figs. 4-A, 4-B e 5-A, "quebrarão grandes galhos", funcionando, por vezes, tão bem quanto um foto-transístor **mesmo**! Na Seção PRÁTICA de ABC nº 6, o "VAGALUME AUTOMÁTICO" usa **exatamente** esse "truque", ora detalhado! Revejam a citada "Aula"...

●●●●●

Insistimos: - Energia (mesmo sob a forma de radiação, LUZ, CALOR, etc.) provinda "de fora", e que atinja uma junção semicondutora, tem o poder de modificar as "barreiras" de potencial ou as "facilidades/dificuldades" que os portadores de Corrente (elétrons/"buracos") encontram na dita junção! Insistimos também - CALOR e LUZ são, basicamente, manifestações energéticas "radiantes", baseadas na oscilação de campos eletro-magnéticos, com a **única** diferença residindo na FREQUÊNCIA com que tais oscilações ocorrem...

Isso posto, da mesma forma que podemos "improvisar" um LED comum (originalmente inventado e construído para **emitir** LUZ...) num efetivo **detetor** proporcional de LUZ, também podemos fazer com que um DIODO comum (que foi "inventado" e fabricado para retificar Correntes Alternadas, ou para "proibir" a passagem de C.C. num sentido e "permitir" no sentido inverso...)

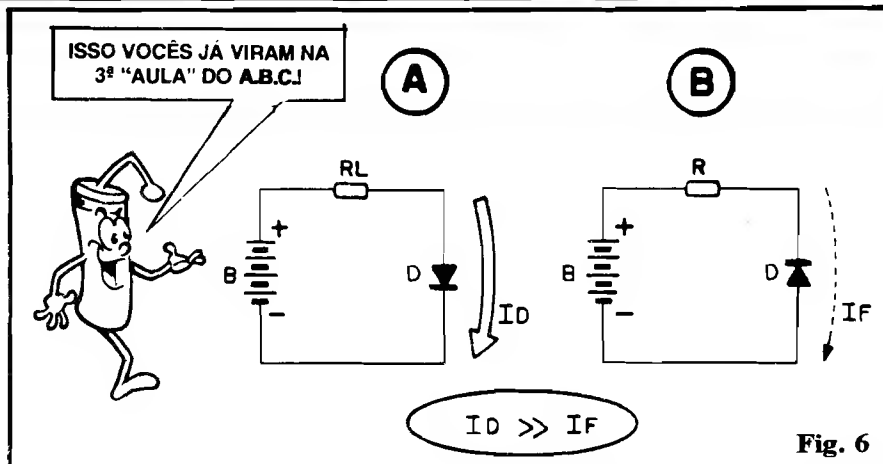



Fig. 6

trabalhe como real sensor de TEMPERATURA, mostrando manifestações elétricas proporcionais ao CALOR que atinge o componente!

Vamos ver isso, com detalhes:

- **FIG. 6-A** - Já vimos, na distante 3ª "Aula" do ABC, que um DIODO **diretamente** polarizado (os materiais semicondutores da junção recebendo Tensão "nos conformes"...) permite a (quase) livre passagem da Corrente... Com o arranjo diagramado na figura, consideramos que o **único** real limitador da Corrente direta (ID) é o resistor RL (menor valor de RL = maior Corrente ID e maior valor de RL = menor Corrente ID, conforme Ohm nos diz e prova...).

- **FIG. 6-B** - Já se colocarmos o mesmo DIODO, na mesma configuração circuital simples, porém, "ao contrário" (inversamente polarizado), temos um bloqueio (quase) completo à Corrente... MAS (e **sempre** - em tudo - tem um "mas"...) um "tiquinho", muito pequeno, de Corrente, **ainda "passa"**, na forma de IF (Corrente Inversa de "fuga" do Diodo). Comparada com ID, IF e "quase nada", MAS ESTÁ LÁ! Pouca coisa acima da casa dos "nada-ampéres", mas ainda assim ESTÁ LÁ...

- **FIG. 7** - É aí que entra o negócio da "energia externamente aplicada"... Os diodos comuns, normalmente, são construídos com encapsulamentos ou corpos que não permitem a passagem da LUZ (salvo alguns antigos diodos de **germânio**, cuja "casca" era feita de... vidro...). Já, quanto ao CALOR, a "história" é outra! "Ele" tanto pode "sair" de um diodo (e efetivamente **sai**...) quando este fica aquecido, por trabalhar pró-

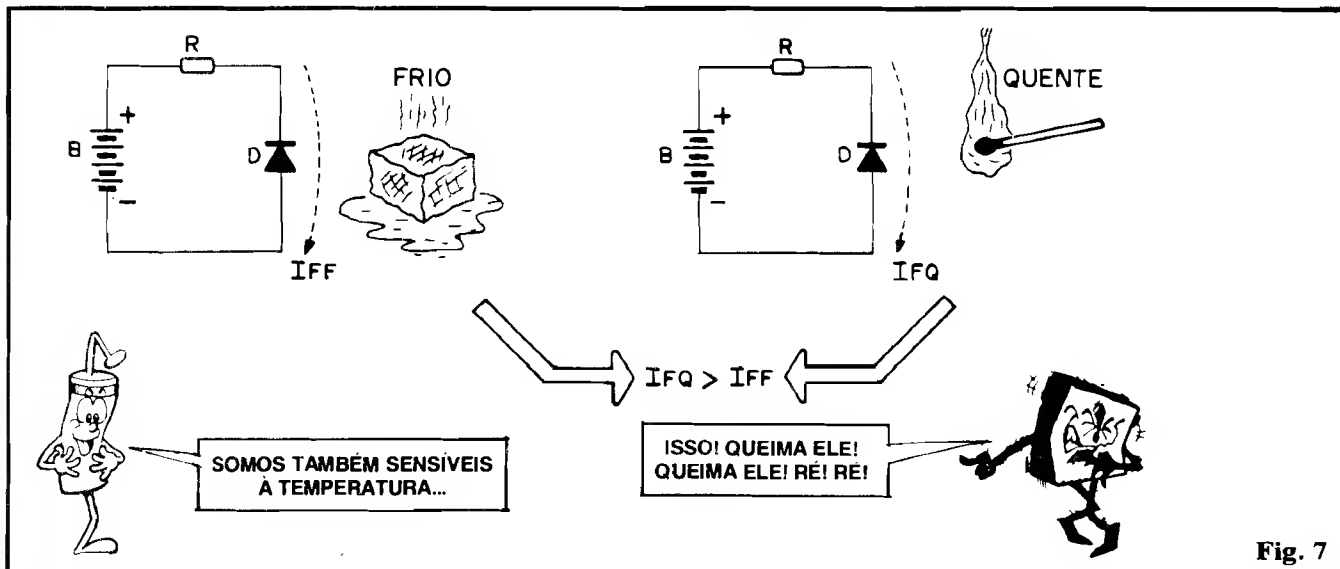



Fig. 7

ximo dos seus limites máximos, quanto pode "entrar" (como efetivamente **entra**...), vencendo a não muito eficiente barreira térmica oposta pelo **epoxy** ou qualquer outro material do qual é feito o "corpo" do componente! Quando um diodo **qualquer** se encontra **inversamente** polarizado, sua "pequenininíssima" Corrente de "fuga" (IF) é diretamente influenciada, de forma proporcional, pela temperatura da junção semicondutora. A partir disso, se - num exemplo "radical" - o diodo (na configuração circuital diagramada na figura...) estiver sobre uma pedra de gelo, sua Corrente de "fuga", sob frio (IFF) será nitidamente **menor** do que a manifestada se aproximarmos um palito de fósforo, aceso, do dito diodo! A Corrente de "fuga", à quente (IFQ) será maior...! A **diferença** entre IFF e IFQ, ainda que nítida e existente, **é muito** pequena (alguns picoampéres ou, brincando, pouca coisa mais do que alguns "nada-ampéres"...). Que utilização prática, direta, podemos dar a essa variação quase "imedível"...?

- **FIG. 8-A** - Novamente, o "velho" TRANSÍSTOR vem em nosso auxílio! **Amplificar** Corrente, ou pequenas variações de Corrente, "é com ele mesmo"...! Colocando o diodo/termo-sensor (que pode ser um mero 1N4148...) sob polarização inversa, no circuito de **base** de um transístor (exemplo: BC548...), a corrente de fuga (que - como foi dito - é proporcional à temperatura à qual o diodo está submetido) do primeiro corresponderá à própria corrente de **base** do segundo! Assim, no arranjo mostrado, podemos "recolher" a Saída do sistema, ou através da Corrente de **coletor** IC (que se desenvolverá sobre o resistor de carga de **coletor**, RC...), ou via Tensão presente no dito **coletor** (VC). Não esquecer que, depois da amplificação realizada pelo transístor TR, IC será **diretamente** oporcional à temperatura ("mais quente" = mais Corrente...), enquanto que VC se manifestará **inversamente** proporcional ("mais quente" = menor

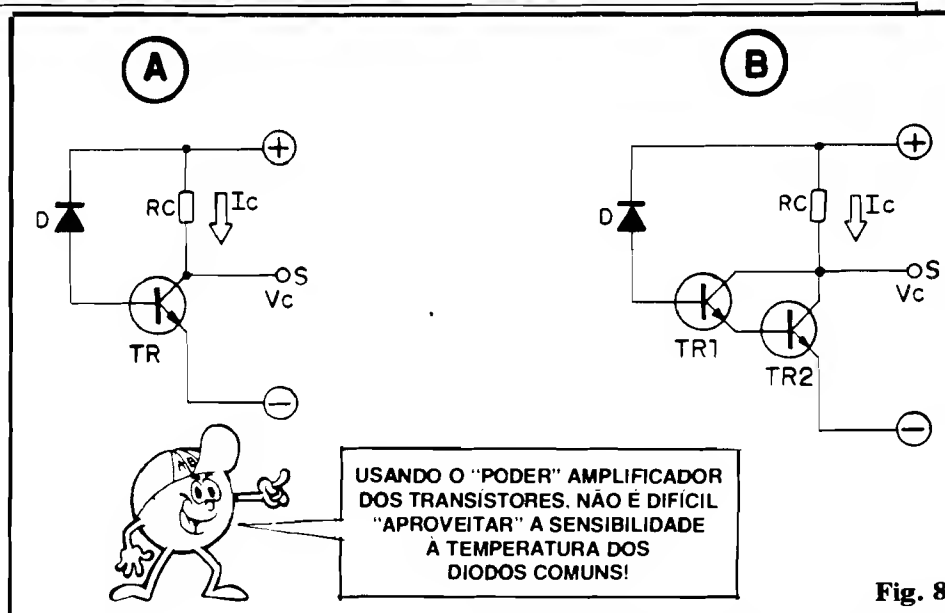



Fig. 8

Tensão...).

- **FIG. 8-B** - Para algumas aplicações diretas, a amplificação obtida no arranjo 8-A será, ainda, pequena... Tudo bem. Basta "enfileirar", em **Darlington**, mais um transístor no sistema, de modo que os ganhos (fatores de amplificação) de TR1 e TR2 sejam matematicamente **multiplicados**! Teremos então, na Saída "S" do conjunto, sempre preservando a proporcionalidade (na razão direta para a Corrente, e inversa para a Tensão), manifestações ou variações bem mais nítidas e "largas". Pequenas variações na Temperatura incidente sobre o diodo/sensor gerarão grandes sinais elétricos na Saída do bloco. Estes sinais, tanto podem ser encaminhados a um simples sistema de medição (analógica ou digital) com o que teremos - literalmente - um TERMÔMETRO ELETRÔNICO, quanto podem ser direcionados a blocos de comparação, identificação de limites e comandos, obtendo assim TERMOSTATOS, CONTROLADORES DE TEMPERATURA, ESTABILIZADORES TÉRMICOS, e etc!

●●●●●

Em função da Temperatura ambiente (e das suas variações) um diodo comum sofre não só uma alteração proporcional na sua Corrente de Fuga (sob polarização inversa), mas também uma variação proporcional da sua própria "Queda de Tensão", inerente à barreira de potencial da junção semicondutora (isso sob polarização **direta**, notem...).

Como essa interdependência

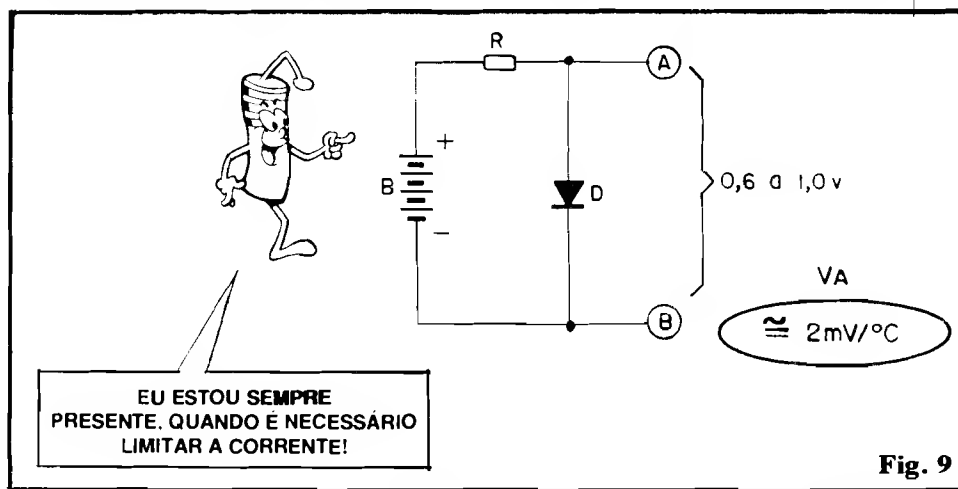



Fig. 9

também guarda razoável **linearidade**, também podemos, com relativa facilidade, usá-la no sensoreamento ou medição da Temperatura, através do conveniente arranjo de polarização e "aproveitamento" dos sinais gerados! Vamos ver isso, em seguida...

A "LINEARIDADE"

Aproveitando que nos referimos à LINEARIDADE da interdependência, valem algumas palavrinhas a respeito... Todo e qualquer SENSOR "que se preze", **deve** apresentar boa **linearidade**, ou seja: suas manifestações devem ser, tanto quanto possível, nitidamente PROPORCIONAIS, ao longo da mais ampla faixa de grandezas a serem "sentidas" ou "medidas"...

Trazendo o exemplo para o assunto ora abordado, se a Corrente de fuga (inversa) de um determinado diodo é - digamos - de 1pA (um picoampére) sob 10°C, 2pA sob 11°C, 3pA sob 12°C, e assim por diante, temos um nítido "caso" de LINEARIDADE, com uma razão de sensoreamento de UM PICOAMPÉRE POR GRAU CENTÍGRADO!

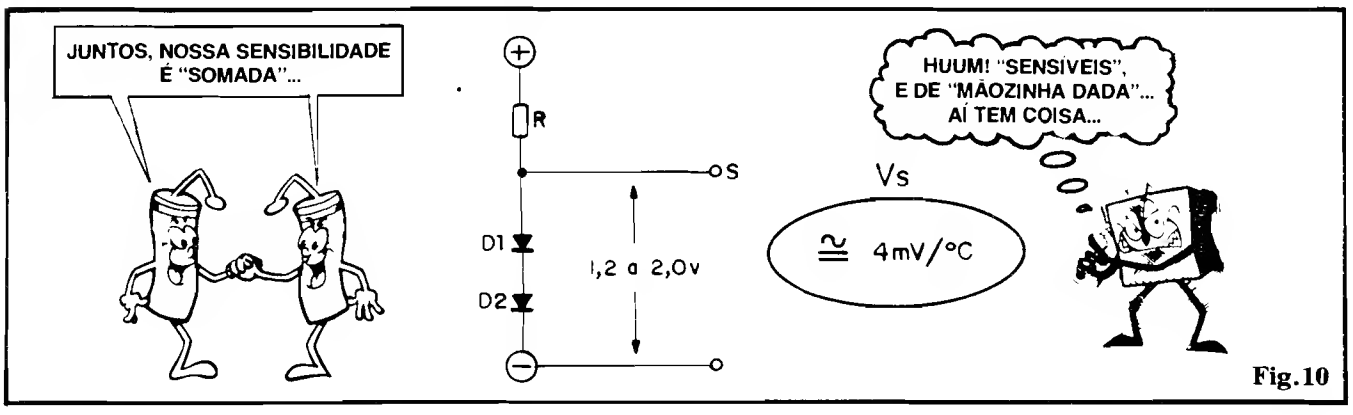
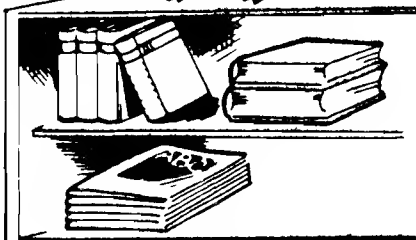
Quando tal acontece, temos o chamado "sensor ideal"... É bom notar, contudo, que mesmo sensores dedicados e específicos, costumam apresentar boa linearidade apenas dentro dos limites de determinada faixa! Nesse intervalo, as indicações diretas são bastante confiáveis... Fora dele, ainda podemos aproveitar o sensor, porém os circuitos de "interpretação" dos sinais fornecidos à Saída do sensor deverão ser cuidadosamente calculados para "compensar" a perda de linearidade, para "corrigir a curva" de funcionamento! Esse é, contudo, um assunto muito denso e especializado, que eventualmente abordaremos em futura "Aula", quando Vocês estiverem também mais "adiantados"...

●●●●●

- **FIG. 9** - Relembrando o que foi visto na "Aula" específica sobre os Diodos (ABC nº 3): submetido a uma polarização **direta** conforme vemos na figura), entre os terminais do dito componente estabelece-se um "degrau" de Tensão, valendo (nos diodos de silício) cerca de 0,6 a 1,0V. Essa queda é intrínseca, tanto que, mesmo sob polarização **direta**, se submetermos o diodo a um valor de Tensão **inferior** a tal parâmetro, não há circulação de Corrente! Para o presente assunto, contudo, o importante é notar que essa "diferença" de Tensão (que pode perfeitamente ser medida entre os pontos "A" e "B" - notando-se ainda a importante presença do resistor "R", sem o qual o diodo "fritaria" por excesso de Corrente...) literalmente **muda**, altera-se, em função da Temperatura sob a qual esteja o componente! A relação Tensão/Temperatura é - nos diodos convencionais de silício - de aproximadamente **2mV/ºC** (dois milivolts por grau centígrado), e guarda suficiente linearidade para inúmeras aplicações práticas (medição, controle, estabilização de temperatura, etc.). Trazendo o exemplo para as "matemáticas", supondo que a "barreira" natural de um diodo situa-se em exatos 0,7V, numa determinada temperatura, se esta temperatura alterar-se em 1ºC (um grau), a queda de tensão através do dito diodo muda para 0,702V (os dois "milivoltinhos entrando lá"...) e assim por diante... Assim, se aplicarmos aos pontos "A" e "B" do diagrama "exemplo", um sensível medidor ou comparador de Tensão (na forma do conveniente bloco circuital), podemos efetivamente "aproveitar" essa característica, para fins práticos! Observem que tal sistema é - normalmente - aplicado como módulo de entrada para blocos de amplificação baseados em Circuitos Integrados, da "família" dos Amplificadores Operacionais (estudaremos com detalhes, em futura e específica "Aula"), ou mesmo transístores de efeito de campo (TECs - vistos na "Aula" nº 9), já que tais arranjos/componentes são específicos para a amplificação de **Tensão** (transístores bipolares comuns são - como Vocês sabem - amplificadores de **Corrente**...).

- **FIG. 10** - Em qualquer caso, contudo, pode ocorrer da variação de Tensão ser considerada **muito pequena** para uma nítida e confortável medição ou determinação da Temperatura... Ocorre, porém, que simplesmente "empilhando" diodos, podemos claramente "somar" suas quedas naturais de Tensão e **também "somar"** a própria **variação da Tensão por grau centígrado**! Dessa forma, dois diodos acoplados conforme mostra a figura estabelecem uma "barreira dobrada" (de 1,2 a 2,0V, portanto...) e uma relação Tensão/Temperatura que varia à razão de **4mV/ºC** (e não mais 2mV/ºC, que teríamos com um só diodo...). Essa variação, agora mais "nítida", é naturalmente mais fáil de ser interpretada por blocos circuitais seguintes, já que, de modo direto, **aumenta** a sensibilidade do conjunto sensor! Na verdade, sistemas conforme o exemplificado, são **muito** usados na medição, deteção e monitoração de Temperatura! No futuro, em algumas montagens a serem apresentadas na Seção de PRÁTICA, o Leitor/"Aluno" terá oportunidade de aplicar tais conceitos, "ao vivo"...

●●●●●

Fig.10

INFORMAÇÕES

COMO LIDAR (INTERPRETAR, CONVERTER E "TRADUZIR"...) AS INDICAÇÕES DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS E AS NOTAÇÕES DE VALOR DOS COMPONENTES... OS MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS E AS SUAS INDICAÇÕES.

Mesmo o mais atento dos Leitores/"Alunos", no começo se "embanana" um pouco com tanto "mili", "micro", "mega", "pico" e "quilo", acoplados a Volts, Ampéres, Ohms, Farads, Hertz e o "escambau"... Entretanto, ao longo do aprendizado e - principalmente - da vida prática dentro da Eletrônica, vamos todos nos acostumando (mesmo os menos "chegados às Matemáticas"...) e sempre chega um tempo em que a interpretação, a conversão ou a comparação de tais notações de grandezas torna-se quase que automática.

De início, porém, a "coisa" pode parecer um pouco complicada (não o é...), e assim valem algumas explicações mais detalhadas a respeito, objeto do presente ARQUIVO TÉCNICO... São conceitos extremamente básicos e que devem, desde já, ficar "impressos" nas "cabecinhas" da turma, já que sua utilização será "por toda a vida"...

●●●●●

AS GRANDEZAS - SUAS UNIDADES E SÍMBOLOS

Sempre que medimos ou indicamos valores relativos a um circuito ou componente, fazê-mo-lo (Não! O J.Q. **não** foi contratado para Redator do ABC...!) inevitavelmente através de uma série de GRANDEZAS, UNIDADES, VALORES, etc. Alguns são mais usados do que outros, na exata proporção da sua utilidade ou "presença" nos esquemas, por exemplo... Logo "de cara" podemos destacar os que mais "aparecem" (por óbvias razões):

grandeza	unidade	abreviação
TENSÃO	Volts	V
CORRENTE	Ampéres	A
RESISTÊNCIA	Ohms	R (ou símbolo Ω)
CAPACITÂNCIA	Farads	F
FREQUÊNCIA	Hertz	Hz

Até aí tudo bem, relativamente simples e fácil de decorar... Acontece que várias dessas grandezas, nas quantidades práticas com que surgem nos circuitos e componentes, são de uso muito pouco "confortável", se notadas diretamente através das suas UNIDADES! Isso ocorre porque as tais quantidades ou ordem de valores, no dia-a-dia, aparecem em proporções ou MUITO MAIORES do que a UNIDADE, ou MUITO MENORES.

Um caso clássico é o que ocorre com a notação dos valores dos CAPACITORES, cuja unidade de valor (capacitância), o FARAD, é desproporcionalmente **grande** para uso circuital prático! Só para dar um pequeno ("pequeno"...?!) exemplo, um capacitor de 1F (um Farad) teria o tamanho de uma geladeira, um de 2F precisaria ser transportado num caminhão, essas coisas!

Na verdade, nos circuitos, os capacitores surgem com valores na casa dos **milionésimos, bilionésimos** (ou menores ainda...) da Unidade!

Em proporção não tão flagrante, mas também forte, o mesmo pode ocorrer com Tensões, Correntes, Resistência, Frequências, etc. Se - por exemplo - estivermos lidando com circuitos de Rádio ou TV, muito dificilmente teremos medições ou indicações de Frequência **menor** do que **um milhão de ciclos por segundo**, ou **um milhão de Hertz**! Por outro lado, no trato de circuitos sensíveis (existem muitos...) necessários ao trato inicial de sinais elétricos diversos, é muito comum que as indicações, medições e notações de Tensões e Correntes situem-se nas casas dos **milésimos** ou **milionésimos** de Volts e de Ampéres (ou mesmo numa ordem de valores ainda **menor**...).

●●●●●

A "NECESSIDADE" DOS MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS...

Em vista desses probleminhas, tornou-se praticamente inevitável a adoção dos MÚLTIPLOS e SUBMÚLTIPLOS nas notações das grandezas e valores envolvidos na moderna Eletro-Eletrônica! A "Tabela Decimal" a seguir mostrada, destina-se a facilitar a leitura, os cálculos e até a própria "escrita" dessas grandezas e valores (tanto num papel, quando desenhamos ou imprimimos um diagrama de circuito, quanto no próprio "corpo" do componente, pela indústria que o produz...). Se tal sistema não fosse adotado, a quantidade de "zeros", "para lá ou para cá", ficaria **tão** grande que simplesmente, em alguns componentes, não haveria sequer espaço físico suficiente para "escrever" no dito cujo o seu próprio valor! Outro problema é que uma notação numérica começando por "zero vírgula", seguido de "trocentos zeros" e terminando por um algarismo qualquer, apresenta uma **enorme** probabilidade de **erro** - puro e simples - de impressão

gráfica! Basta "esquecer" ou "acrescentar" um "mísero zerinho" naquela imensa fila, para alterar o valor real numa proporção de DEZ (com desastrosos resultados para qualquer indicação ou circuito...)!

Vejamos, então, a Tabela dos "degraus" decimais mais usados no dia-a-dia da Eletrônica:

"nome"	**abreviação**	**fator de multiplicação ou divisão**
Tera	T	x 1.000.000.000.000
Giga	G	x 1.000.000.000
Mega	M	x 1.000.000
Quilo	K	x 1.000
UNIDADE		
Mili	m	÷ 1.000
Micro	u	÷ 1.000.000
Nano	n	÷ 1.000.000.000
Piço	p	÷ 1.000.000.000.000

As figuras 1 e 2 fazem duas brincadeiras "sérias" com o (importante) assunto: notem (fig. 1) que a notação direta, pela Unidade (Farad), do valor de um capacitor de disco, com 1nF (um nanofarad), eventualmente exigiria uma autêntica "bandeira", grudada no componente, só para "caber" a quantidade de "zeros" (0,000000001F). Já a notação usando o submúltiplo **nano** fica "curtinha", super-sintética e à prova de erros (1n).

No outro exemplo-piada (mas o assunto é sério...), um resistor de 10MΩ, se tivesse sua "inscrição de valor" feita diretamente pela Unidade (Ohm), necessitaria de um "comprimento extra", para conter o "monte de zeros" (10.000.000Ω). Está mais do que "na cara" que a utilização do múltiplo **mega** simplifica enormemente as coisas (10M), também contribuindo para se evitar erros de inscrição, leitura ou interpretação!

Quanto as **conversões**, tudo é uma questão única de lembrar que cada "degrau" da Tabela Decimal, que está "para cima", vale **1.000 vezes** o "degrau de baixo"... Pensando no outro sentido, cada "degrau abaixo", vale **um milésimo** do "degrau de cima"... Isso quer dizer - por exemplo, que **um nano** (1n) é mil vezes maior do que **um pico** (1p), ou que **um mega** (1M) é mil vezes menor do que **um giga** (1G), e assim por diante.

Fig. 1

Fig. 2

OUTROS "MACETES" NA NOTAÇÃO PRÁTICA DAS GRANDEZAS E VALORES...

Além da utilização dos **múltiplos** e **submúltiplos** nas notações, existe ainda uma **outra** importante providência prática, adotada para **ainda mais** simplificar as coisas e melhor "proteger" as inscrições contra a possibilidade de **erros** de impressão ou leitura... Um **ponto** (.), uma **vírgula** (,), enfim, uma **plica** qualquer (quem não souber o que é "plica" deve perguntar ao Professor de Matemática, ou consultar um Dicionário...), pelo pequeno tamanho do próprio caractér é muito fácil de se "perder" por falha de desenho, datilografia ou impressão, tanto se o valor encontrar-se inscrito sobre papel, quanto sobre o próprio "corpo" do componente... Nessa última hipótese, inclusive, o próprio atrito de manuseio pode "apagar" um **pontinho** ou uma **virgulinha** fundamentais para a perfeita interpretação ou leitura de determinado valor...!

- A primeira simplificação consiste na "redução decimal" da parte "significativa" da notação numérica, **antes** de se aplicar o múltiplo ou submúltiplo... Por exemplo, um resistor de 4.700 ohms pode ter seu valor escrito "4,7KΩ"... Basta lembrar que o "K" abrevia "quilo", que por sua vez significa "mil vezes" (4,7 x 1.000 - 4.700, não é...?). Outro exemplo: um capacitor de 2.200nF pode ter sua notação simplificada se escrevermos o valor assim: "2,2uF", e assim por diante...! A idéia principal é, então (o Leitor/"Aluno" atento já deve ter percebido isso...) **reduzir a quantidade de caracteres, algarismos ou símbolos a um mínimo**, sempre no sentido de "ganhar espaço" e de evitar erros de inscrição, impressão ou leitura.
- Dentro dessa mesma filosofia simplificadora, procurando "enxugar" ainda mais as notações, a própria abreviação da UNIDADE usada para medir a GRANDEZA, pode, simplesmente, ser ignorada! Explicamos: Você está analisando um "esquema"... Em determinado ponto do dito esquema, Você vê o **símbolo**, nítido e claro, de um RESISTOR (aquele retangulinho com os terminais de ligação saindo dos dois lados mais estreitos...). Obviamente "reconhecido" como um RESISTOR, e **sabendo** que a **unidade** de medida do valor dos resistores e o **Ohm** (Ω ou R), NÃO HÁ A MENOR NECESSIDADE DE SE "DIZER" (OU "ESCREVER" O SÍMBOLO OU MESMO A ABREVIAÇÃO DA UNIDADE, já que está mais do que claro que a dita cuja é o **Ohm**! Alguém aí ainda tem alguma "dúvida" de que a fig. 3 mostra **UM RESISTOR COM VALOR DE DEZ MIL OHMS...**? Temos certeza de que ninguém interpretaria de outra forma... (Não após 11 "Aulas" do ABC...). Se isso ocorrer, aconselhamos o caro Leitor/"A-

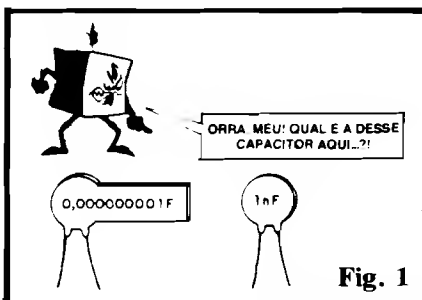
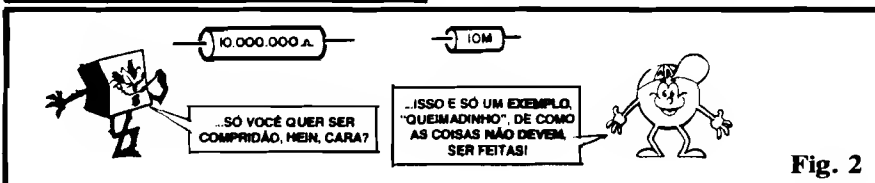
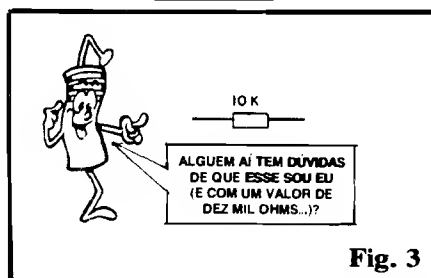



Fig. 3

luno" a abandonar o ABC e inscrever-se num Curso de Ikebana ou de Bordado com lantejoulas... Notem que mesmo quando não se trata de um **desenho** ou **"esquema" do circuito**, mas sim de um mero **texto técnico**, a eventual ausência da abreviatura da unidade de grandeza não tem a **menor** importância prática "interpretativa"! Se - por exemplo - num texto de "Lição" do ABC, o Leitor/"Aluno" lê: "- **Para polarizar o transístor BC548, use um resistor de 47K...**", a simples menção da palavra "resistor" embute, com ululante obviedade, o fato de que os "47K" referem-se a "**Ohms**" (e **não** a Ampéres, a Farads, a Hertz, etc.)! Então é assim: quando desenhamos, escrevemos, "falamos", sobre RESISTORES, "dizemos" apenas "100K", ou "1M", e assim por diante...

- Como última e super-prática simplificação, quando a "plica" (ponto ou vírgula decimais...) for inevitável, essa marcação pode, simplesmente, ser substituída pela própria abreviação do **múltiplo** ou **submúltiplo** (que já foi utilizado para simplificar as coisas, conforme vimos aí atrás...)! Então, aquele resistor de "4.700 ohms", cuja notação de valor tínhamos simplificado para "4,7KΩ", e depois, mais sinteticamente ainda, para simplesmente "4,7K", **pode** modernamente (e assim o é, inclusive em ABC...) ter sua notação reduzida a apenas "4K7"! Deu para sentir a violenta redução na quantidade de caractéres usados na notação...? De **nove** algarismos, plica e letras (4.700 ohms) para apenas **três** (4K7), e "dizendo", **exatamente** a mesma coisa, sem margem para dúvidas! Então fica claro que a moderna tendência de simplificação nas notações de valores e grandezas busca (A) reduzir a quantidade de caractéres e (B) "fugir" do uso de plicas (pontos ou vírgulas)! A seguir, alguns exemplos tirados do dia-a-dia, para que o Leitor/"Aluno" vá "pegando" bem o assunto (é fácil...).

Outro ponto (que só a vivência esclarecerá completamente...) é o do próprio "jargão", falado, de técnicos, balconistas, etc., da área... Muitos de Vocês já devem ter "encostado" em um balcão, pedido um **"capacitor de cem nano..."** e ouvido o balconista gritar para o "cara" do estoque: "- **Ô, Mané! Traz aí um condensador de cem cá...**". Pode demorar um pouco, mas logo se perceberá que, em **língua de tonto**, "um condensador de 100K" não passa de um "capacitor de 100n"... Tentem descobrir por quê...

notação super-sintética	**a "mesma coisa", escrita de outra forma...**
2n2	um capacitor de "dois vírgula dois nanofarads" (2,2nF)
4M7	um resistor de "quatro milhões e setecentos mil ohms" (4,7MΩ)
6V8	uma Tensão de "seis vírgula oito volts", ou de "seis volts e oito décimos" (6,8V)
0R1	um resistor de "um décimo de ohm" (0,1Ω ou 0,1R)
1u	um capacitor de "um milionésimo de farad" (1uF ou - o que seria "pior", 0,000001F...)

O presente ARQUIVO TÉCNICO tem caráter tanto formativo quanto informativo, ou seja: é sempre bom lembrar que embora ABC adote, nos seus textos, desenhos, notações e indicações diretas, **sempre** a forma mais sintética e simplificada possíveis, isso não quer dizer que "outras" publicações do gênero, Revistas, Apostilas, Livros Técnicos, etc., nacionais ou estrangeiros, utilizem os **mesmos** "códigos"! Há sempre, porém, uma nítida lógica, matemática ou "gráfica" para todas as notações utilizadas!

Um pouquinho de raciocínio, uma razoável memória (não precisa ser uma "de elefante"...) e eventual consulta às "Lições" anteriores (que - insistimos - **devem** ser guardadas e colecionadas como **importantes** e permanentes fontes de consultas...) é tudo o que o Leitor/"Aluno" precisa para transitar com desenvoltura pelos meandros dos textos, diagramas, indicações, esquemas relacionados com a moderna Eletrônica, conforme ela é vista e explicada, aqui no ABC (e em qualquer outra "Escola" ou atividade...).

●●●●●

PRÁTICA 21

(21ª MONTAGEM PRÁTICA)

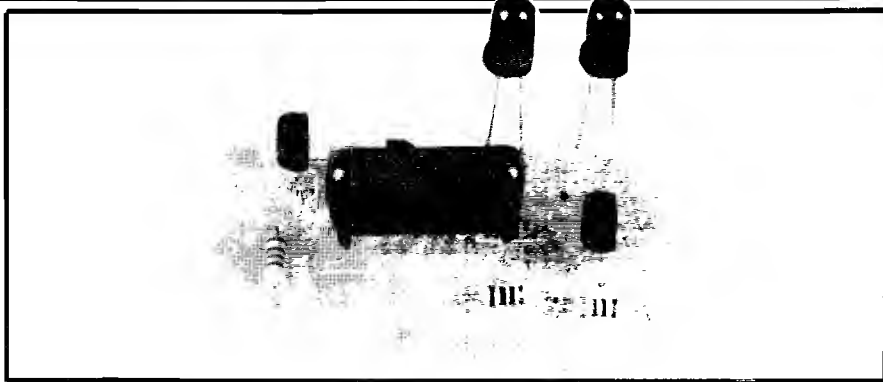
Termo Monitor

UM SENSÍVEL, VERSÁTIL E PRÁTICO "TERMO-MONITOR" (DÁ UM ALARME VISUAL QUANDO PRECISAS MARCAS DE TEMPERATURA SÃO ULTRAPASSADAS, SEJA EM "QUEDA", SEJA EM "SUBIDA"...) E UMA "LUZ RÍTMICA PARA CARRO" (QUE ACOPLADA AO AUTO-RÁDIO/TOCA-FITAS PROMOVERÁ UM FANTÁSTICO ACOMPANHAMENTO LUMINOSO AO SOM...), SÃO AS DUAS MONTAGENS PRÁTICAS DA PRESENTE "AULA"! PROJETOS ÚTEIS E BONITOS, QUE O LEITOR/"ALUNO" USARÁ, DE VERDADE, ALÉM DE - COM ELES - APRENDER MUITO SOBRE O FUNCIONAMENTO DOS COMPONENTES E BLOCOS CIRCUITAIS JÁ VISTOS EM TEORIA!

Escolhemos, para o final da presente 11ª "Aula" do ABC duas Montagens Práticas que - temos certeza - vão agradar a turma, principalmente pelas suas imediatas potencialidades aplicativas: a primeira é um sensível TERMO-MONITOR, ou seja: um dispositivo capaz de "sentir" a temperatura de um local, de um fluído ou de um objeto e, a partir de um ponto pré-ajustado (por potenciômetro incorporado), avisar, nitidamente, pelo "pisca-pisca" de dois LEDs, se determinado nível foi ultrapassado, podendo ser implementado o sensoreamento tanto para a "subida" da temperatura, quanto para a sua "queda"... Mais adiante explicaremos com detalhes as reais possibilidades que a versatilidade do circuito permite explorar (podemos, desde já, garantir que são muitas...). A segunda montagem, mais direcionada para o lazer, é representada por uma LUZ RÍTMICA PARA CARRO, específica para o acoplamento à saída de alto-falante de um auto-rádio/toca-fitas, e que - através da sua Saída de boa potência, pode acionar até 12W de lâmpadas (de 12V), num efeito de "acompanhamento" ou "sincronismo" com as manifestações sonoras... Com uma distribuição e instalação imaginosas das tais lâmpadas (podem ser **muitas**...) e das suas cores, o resultado será simplesmente fantástico, bem ao gosto da moçada que adora incrementar seus carros com mil novidades (existe ainda a possibilidade do dispositivo acionar nada menos que 50 LEDs comuns, coloridos, num efeito ainda mais fantástico, conforme veremos em detalhes ao final do presente bloco/"Lição"...).

Além da incontestável validade prática, final, de cada uma das Montagens ora apresentadas, procuramos manter o espírito de "embutir", nas próprias realizações dos projetos, componentes e conceitos circuitais já estudados (na presente "Aula" e nas anteriores...), já que essa é a estrutura do "Curso" do ABC: APRENDER FAZENDO! Assim, ao mesmo tempo em que Vocês constroem unidades eletrônicas para utilização **real**, reforçam seus conhecimentos básicos dos importantes assuntos/componentes abordados nas partes Teóricas das "Lições"... Melhor que isso, só "dois disso"...

- **A "COISA"** - Conforme o Leitor/"Aluno" já deve ter compreendido pelo texto de abertura da presente Seção PRÁTICA, o TERMO-MONITOR constitui um eficiente, sensível e versátil alarme de temperatura, cuja indicação de "ponto de transição" é feita pelo piscar de dois LEDs de alto rendimento luminoso (que "chamam" mesmo a atenção, mesmo do mais distraído dos circunstantes...). O sensoreamento da temperatura é feito por um dos "Resistores Dependentes" estudados na presente "Aula", o TERMÍSTOR, do tipo NTC... Este sensor (dependendo de alguns cuidados simples de instalação, explicados no decorrer da "Lição" Prática...) pode ser aplicado no monitoramento da temperatura ambiente, ou de líquidos ou fluídos diversos, ou ainda de objetos, máquinas, etc. Também a partir de algumas simples "proteções" ao dito sensor, seu trabalho poderá ser executado em ampla faixa de temperaturas (desde alguns graus "abaixo de zero", até cerca de uma centena de graus). O importante é notar que o TERMO-MONITOR não é um "medidor de temperatura" (termômetro), mas sim um "avisador" de que determinada temperatura foi "atingi-

da" ou "ultrapassada" (quando, então, manifesta-se seu aviso através do par de LEDs "piscantes"...). O ajuste do exato ponto de "transição" ou "reconhecimento" por parte do circuito, é confortavelmente feito através de um potenciômetro incorporado... Porém o mais interessante e importante reside na **versatilidade** do TERMO-MONITOR (MP-21): a partir da simples inversão das ligações do dito potenciômetro de ajuste e do "Resistor Dependente" (TERMÍSTOR), o circuito poderá ser usado para avisar que determinada tenmperatura foi atingida ou ultrapassada "em subida" ("esquentando", portanto...) ou para alertar que a marca ajustada foi atingida ou ultrapassada "em descida" ("esfriando"...)! Com essa dualidade, podemos aplicar a MP-21 num "monte" de utilizações extremamente válidas: controle de temperatura em chocadeiras elétricas, monitoração de **freezers** ou refrigeradores, acompanhamento da temperatura da água em aquários, controle visual da temperatura em estufas, fornos, etc. Enfim, uma montagem instrutiva e útil, que pode receber até mesmo aplicações "profissionais" (basta soltar a imaginação...).

- **FIG. 1** - Os esquemas do circuito da MP-21. Nessas "alturas do campeonato", todo e qualquer "Aluno" do ABC já deve estar mais do que "craque" em "ler esquemas"... É tudo uma questão de reconhecer os símbolos dos componentes e entender como são feitas suas interligações... Notem que o diagrama está dividido (devido à versatilidade da aplicação) em três módulos: o bloco principal (em 1-A) mostra o circuito "mãe" do TERMO-MONITOR, já incluindo sua alimentação (em 9V, bateria ou pilhas). Já nos sub-blocos 1-B e 1-C temos os dois arranjos possíveis (potenciômetro de ajuste/TERMÍSTOR), respectivamente para sensoreamento tipo "QUENTE LIGA" e "FRIO LIGA", ou seja: alarme de "subida" ou de "descida" da temperatura monitorada! Observem os pontos de inter-conexão do módulo principal, com as duas opções de sensoreamento, via contatos A-B-C...

- **FIG. 2** - Principais componentes do circuito, em suas aparências, símbolos e eventuais identificações de terminais. Observem que (conforme já foi "ameaçado" várias vezes, nas últimas "Aulas"...) não mais mostraremos os componentes extremamente comuns, passivos, feito Resistores, Capacitores, etc. (quem ainda não aprendeu, depois de 11 "Aulas" a reconhecer visualmente um Resistor ou um Capacitor, faz melhor em abandonar as pretensões de aprendizado da Eletrônica, e matricular-se num Curso de Pintura de Paisagens Sobre Cabeças de Alfinete, ou coisa assim...). Apenas os componentes ativos ou

Fig. 1

Fig. 2

"diferentes", ou ainda que tenham terminais polarizados e necessariamente codificados, receberão esse tratamento visual "mastigado", de agora em diante...

- **TRANSÍSTORES** - São usados 3 no circuito. Dois são do tipo PNP (BC558) e um do tipo NPN (BC548). Observem o posicionamento e identificação dos terminais, bem como os símbolos correspondentes... CUIDADO, na hora da montagem, para não "trocar as bolas", já que salvo a pequenina inscrição sobre seus "corpos" (quem não for "bom de vista" terá que recorrer a uma lente...) o PNP e o NPN são absolutamente idênticos! Assim, muita ATENÇÃO (e uma eventual consulta à "Aula" específica sobre tais componentes, nas Revistas anteriores...) para evitar erros ou inversões...

- **LEDs** - O circuito usa dois LEDs, recomendando-se que sejam componentes de bom rendimento luminoso (já que sua função de "aviso" requer uma razoável manifestação...). Na LISTA DE PEÇAS são recomendados LEDs vermelhos, redondos, 5 mm, apenas porque tais características constituem uma "standartização" costumeira... Nada impede, contudo, que LEDs de outras cores, formatos e tamanhos, sejam utilizados, DESDE QUE OS DOIS COMPONENTES APLICADOS SEJAM IDÊNTICOS (dois LEDs verdes, quadrados, por exemplo...). Em qualquer caso, ATENÇÃO à identificação dos terminais, já que tratando-se de componente **polarizado**, uma eventual inversão nas suas ligações obstará o funcionamento do dito cujo...

- **TERMÍSTOR (NTC)** - É o importante sensor do circuito da MP-21. O "modelo" mostrado é um dos mais comuns, porém eventualmente o Leitor/"Aluno" poderá ter obtido um com "cara" diferente... Não é o caso para preocupação, desde que o dito cujo tenha curva NTC (a Resistência **baixa**, conforme a Temperatura **sobe**...) e que seu valor nominal (normalmente referenciado a 25°C...) situe-se entre 5K e 10K... Notem que o TERMÍSTOR (conforme explicado na parte Teórica da presente "Aula") é um componente **não polarizado**, não havendo necessidade de preocupação em ligá-lo "daqui pra lá" ou "de lá pra cá"...

LISTA DE PEÇAS

(21ª MONTAGEM PRÁTICA)

- 2 - Transístores BC558 (NPN, baixa potência, alto ganho, uso geral)
- 1 - Transístor BC548 (PNP, baixa frequência, alto ganho, uso geral)
- 2 - LEDs vermelhos, redondos, 5 mm, alto rendimento luminoso
- 1 - TERMÍSTOR - NTC, com valor nominal entre 5K e 10K
- 1 - Resistor 47R x 1/4W (amarelo-violeta-preto)
- 2 - Resistores 1K x 1/4W (marrom-preto-vermelho)
- 1 - Resistor 10K x 1/4W (marrom-preto-laranja)
- 1 - Resistor 1M x 1/4W (marrom-preto-verde)
- 1 - Potenciômetro (linear) 22K
- 1 - Capacitor (poliéster) 470n (se for "zebrinha": amarelo-violeta-amarelo)
- 1 - Interruptor simples (chave H-H mini)
- 1 - "Clip" para bateria "tijolinho" de 9V, ou suporte para 6 pilhas pequenas
- 1 - Placa de Circuito Impresso específica para a montagem (5,1 x 3,2 cm.)
- - Fio e solda para as ligações

DIVERSOS/OPCIONAIS

- 1 - Caixa para abrigar o circuito. As dimensões e formato do **container** dependerão muito do tipo de instalação e utilização pretendidos, além do fato do circuito ser alimentado por bateria "tijolinho" de 9V (menor) ou por 6 pilhas pequenas num suporte (maior).
- - Materiais diversos para proteção e instalação do sensor (TERMÍSTOR). Os detalhes a respeito estão mais à frente, no texto ligado à fig. 7.
- - Cabo paralelo longo e fino, para a interligação do sensor. Notar que o comprimento é "a revelia", já que o TERMÍSTOR **pode** ficar a vários metros de distância do circuito "mãe", sem problemas. Também eventualmente os próprios LEDs indicadores (ambos, ou um deles...) podem ser instalados remotamente (com relação à placa do circuito), exigindo cabagem paralela e longa.

●●●●●

- **SOBRE A "LISTA DE PEÇAS"** - Não há nenhum "galho" entre a relação de componentes necessários à montagem. Observem as figuras e o texto inerentes aos componentes detalhados em aparências e símbolos (fig. 2), bem como suas caracterizações

descritas na LISTA DE PEÇAS. Transístores e LEDs admitem equivalências. O TERMÍSTOR, dentro da faixa recomendada de 5K a 10K, também admite algumas variáveis... Quanto a este, se absolutamente não for possível encontrar-se o componente dentro da indicada gama de valores nominais, o Leitor/"Aluno" poderá tentar outros (desde que NÃO MENOR DO QUE 1K...), adequando o valor original do potenciômetro de ajuste, que deverá ser parametrado para NO MÍNIMO O DOBRO do valor ôhmico do dito TERMÍSTOR.

- **FIG. 3** - O **lay out** do Circuito Impresso específico, com suas ilhas e pistas em tamanhos naturais (escala 1:1), facilitando a cópia direta. O padrão cobreado é muito simples e pouco "congestionado", e assim mesmo os que ainda não têm muita prática na confecção de placas, deverão sair-se bem da empreitada... Em diversas "Aulas" anteriores do ABC as técnicas de confecção e utilização de Circuitos Impressos foram detalhadas... "Vão lá", que as "Lições" anteriores (importantes...) não são para ficar juntando poeira na prateleira: devem ser sempre encaradas como valiosas fontes de consultas.

- **FIG. 4** - O "chapeado" da montagem, ou seja: a placa agora vista pelo lado não cobreado, com todas as principais peças já posicionadas e soldadas... Os componentes estão - um a um - identificados em seus códigos, valores e outros detalhes importantes... Observar, principalmente, os códigos e posições dos três transístores (qualquer troca ou inversão nesses itens, e o TERMO-MONITOR **não** funcionará...). Atenção aos valores dos resistores, em função das posições que ocupam... Façam toda a preparação, limpesa, soldagem e verificação, sob os cuidados exaustivamente mencionados nas "Aulas" anteriores do ABC. O corte das "sobras" de terminais (pelo lado cobreado) apenas deve ser feito ao final, depois de tudo "conferidíssimo"...

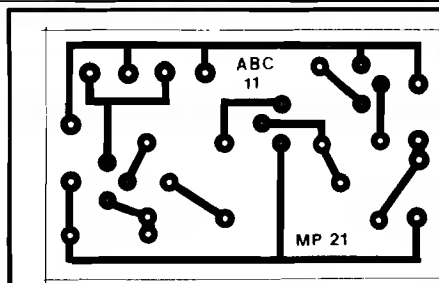



Fig. 3

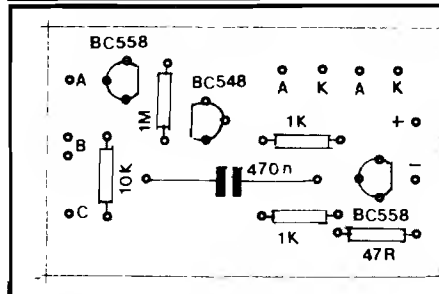



Fig. 4

Várias ilhas periféricas, embora codificadas, encontram-se na figura ainda sem ligações... Destinam-se elas às conexões externas, detalhadas a seguir...

- **FIG. 5** - As tais conexões externas são poucas e simples (e a continuação do assunto está na fig. 6...). Há que se observar as ligações dos LEDs, uma vez que a inversão de seus terminais redundará no não acendimento dos ditos cujos... Outro ponto que merece atenção é o relativo à polaridade da alimentação, notando-se o fio **vermelho** proveniente do "clip"/bateria corresponde à conexão do **positivo**, enquanto que o fio **preto** refere-se ao **negativo**. Finalmente, observar a intercalação do interruptor geral no fio do **positivo** da alimentação. Quanto aos LEDs, lembrar que, se necessário ou desejado, nada impede de que sejam ligados à placa via pares de fios finos, no comprimento conveniente... Os pontos A-B-C (a ilha B é "dupla"...) destinam-se às ligações do sensor e do potenciômetro de ajuste, detalhes na próxima figura...

- **FIG. 6-A** - Opção de ligação do sensor/potenciômetro, para atuação no sentido "quente liga" (alarme dos LEDs manifestando-se quando o ponto ajustado de temperatura é ultrapassado pela "subida" da temperatura...). Notem que o potenciômetro deve ficar próximo à placa, e é visto pela traseira, na figura... Já o sensor (TERMÍSTOR) pode situar-se remotamente (até um ou dois metros da placa...), ligado ao Circuito Impresso via par de fios finos (cabinho paralelo).

- **FIG. 6-B** - Opção de atuação inversa ("frio liga", ou alarme manifestando-se quando o ponto ajustado de temperatura é ultrapassado na "descida"...). Observem que simplesmente potenciômetro e NTC "trocam de lugar" (com relação ao diagrama 6-A...). Valem as mesmas recomendações já feitas para o caso anterior...

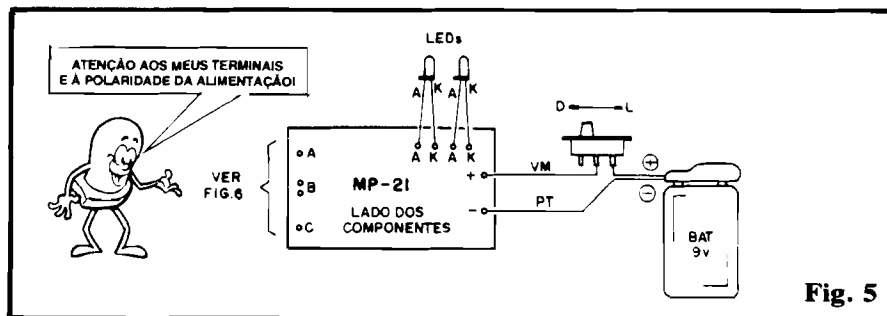
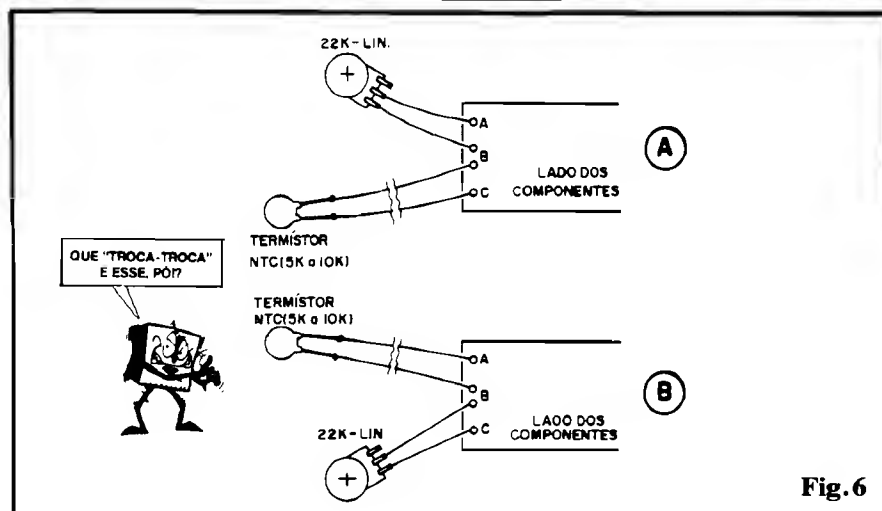
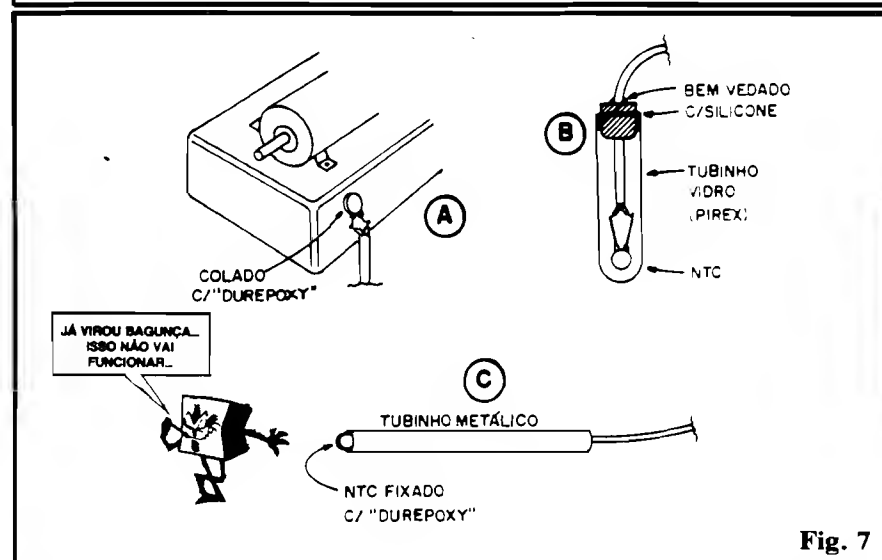



Fig. 5

- **FIG. 7** - Os diversos tipos (não todos...) de instalação e "proteção" do TERMÍSTOR, dependendo da aplicação. Em 7-A temos um caso típico de monitoração de temperatura de um objeto ou corpo sólido (uma máquina, por exemplo...). Se a máxima temperatura atingida pelo ponto situar-se em torno de 80°C, o TERMÍSTOR poderá ser fixado diretamente, com adesivo forte ("durepoxy" ou equivalente). Se a temperatura máxima atingida for superior a tal parâmetro, convém "afastar" o sensor um pouco, através de qualquer artifício mecânico de instalação... Nesse método, o sensoreamento será feito por "irradiação", havendo uma certa "inércia" ou retardo na reação do sensor, porém com funcionamento ainda confiável! Em 7-B temos outro caso específico, para a monitoração da temperatura em líquidos ou outros fluídos (a água de um aquário, por exemplo...). O TERMÍSTOR, no caso, deve ficar protegido (impermeabilizado) num tubinho de vidro (tipo "pirex" ou tubo de ensaio...), sendo este muito bem lacrado e vedado com silicone (de modo que o líquido não **possa** penetrar). O posicionamento final dependerá de muitos fatores, mas só para dar algumas "dicas", o tubinho poderá (1) ficar simplesmente "boiando" no líquido monitorado; (2) dotando o tubinho de um contra-peso ("chumbada") na sua extremidade inferior, este poderá ficar flutuando, a "meia altura", **dentro** do líquido monitorado; (3) em alguns casos, o tubinho poderá ser colado ou fixado com braçadeiras, no interior do **container** onde se encontra o líquido a ser monitorado... Notem que (usando-se um tubinho de vidro resistente à temperatura, tipo "pirex"...) até cerca de 100°C o arranjo permite aplicação direta, já que o vidro e o ar - no interior do tubo - estabelecerão certa "barreira" de proteção para o NTC "lá dentro"... Em 7-C temos uma sugestão para "ponta de prova térmica", útil para monitorações pontuais e localizadas, com o TERMÍSTOR fixado (com cola forte tipo "durepoxy"...) à extremidade de um tubinho metálico (podem ser usados esses, de alumínio, aproveitados de antenas de TV desmanteladas), ficando "para fora" apenas uma pequena superfície para contato... Notem que se a "ponta de prova" destinar-se a aplicação em pontos sob temperatura **maior** do que 80°C, convém proteger o sensor com uma "bolinha" da cola de **epoxy**, envolvendo-o... Querem um exemplo de utilização de uma "ponta" desse tipo: os pneus dos carros de corrida são construídos para "aguentar até determinada temperatura", a qual é rigorosamente monitorada, a cada teste... Com um cuidadoso ajuste, e com uma "ponta" do tipo 7-C, basta "encostar" o sensor na superfície do pneu e verificar se os LEDs/alarme se manifestam ou não! Obviamente que a utilidade do sistema não "fica por aí", no campo do monitoramento ou verificação "localizada" de limites específicos de temperatura (quem for muito "fresco" poderá usar a idéia para verificar se a cerveja está na temperatura "certa"...).

•••••

OS AJUSTES...

Relembrando: o TERMO-MONITOR **não é** um "termômetro", e também **não é** um "termostato"... Isso quer dizer que o circuito não permitirá a **medição** direta de Temperatura, e também não executará controle automático da Temperatura... A MP-21 constitui um sensível e suficientemente preciso **alarme** térmico, ou seja: um "avisador" de que determinada e exata Temperatura foi atingida (por um ambiente, fluído ou objeto).

Tendo isso em mente, fica claro que necessitamos de um bom **termômetro** para parametrar os ajustes e calibrações do circuito... Vamos a um exemplo básico, descrevendo o ajuste de uma condição "quente liga", digamos, com um alarme programado para disparar quando a temperatura atingir 50ºC...

Colocamos, no ambiente, fluído ou objeto, a sonda sensora conveniente (ver fig. 7). Junto, colocamos um bom termômetro (cuja escala de medição permita a visualização do desejado ponto, ou seja, 50ºC... Com um conveniente aquecedor (resistência, lâmpada incandescente, ou até **fogo** mesmo, dependendo do caso...), elevamos a temperatura até que se atinja o ponto parametrado (50ºC). Atingida essa marca, atuamos sobre o potenciômetro da MP-21, inicialmente girando o potenciômetro até obter o "apagamento" dos LEDs indicadores... Em seguida, lentamente, giramos o **knob** do potenciômetro, em sentido oposto, PARANDO O AJUSTE **EXATAMENTE** NO PONTO ONDE OS LEDs COMEÇAM A MANIFESTAR O SEU "PISCA-PISCA"!

Pronto! O TERMO-MONITOR já estará calibrado para "dar o alarme", **sempre**, exatamente **naquela** temperatura! Enquanto o determinado nível não for atingido, os LEDs permanecem "quietos" e apagados... Assim que os "exatos graus" forem atingidos, o alarme atua, piscando os LEDs e avisando sobre o fato, com grande sensibilidade e precisão!

A calibração para um alarme tipo "frio liga" é basicamente idêntica (obviamente que o arranjo elétrico do potenciômetro/sensor deve estar "nos conformes", de acordo com a fig. 6 e instruções anexas...). Inicialmente (mantendo um termômetro de boa qualidade como referência...) coloca-se o ambiente/fluído/objeto na desejada temperatura/limite. Em seguida, ajusta-se o potenciômetro da MP-21 para que os LEDs **não pisquem**... Na seqüência, muito lentamente, retorna-se o ajuste, parando-o EXATAMENTE no ponto em que os LEDs **começam** a se manifestar.

Daí para a frente, sempre que a Temperatura, em queda, "passar" pelo ponto ajustado, o circuito acionará o alarme (com os LEDs entrando em "piscagem" indicadora...).

Na verdade, a temperatura é monitorada de forma **tão** sensível e precisa que, se ajutado para "**não disparo**" sob a condição ambiente (no "limiar" do acionamento...), e com o arranjo "quente-liga" (conforme fig. 6-A), basta "pegar" no TERMÍSTOR (simplesmente segurando o componente/sensor com dois dedos...) para que, em poucos instantes (devido ao incremento de um ou dois graus na Temperatura...) os LEDs comecem a indicar a "situação limite"!

Em qualquer circunstância ou ajuste, é bom considerar que a precisão da "reação" será dependente de alguma "paciência" justamente... NO AJUSTE! Como queremos uma indicação tão precisa quanto possível, vale a pena perder algum tempo na elaboração da "condição/limite", não esquecendo de obter um (bom) termômetro, cujas escalas permitam uma boa "centragem" do exato ponto de temperatura, e também de conseguir modos "externos" de colocar o meio/fluído/objeto na desejada temperatura/limite (seja aquecendo, seja esfriando, por qualquer método que admita algum controle...). Apenas com essas premissas poderemos conseguir uma calibração de precisão... E a precisão **é possível** e **é muito boa** (com uma tolerância em torno de 1 ou 2 graus...) com o circuito da MP-21.

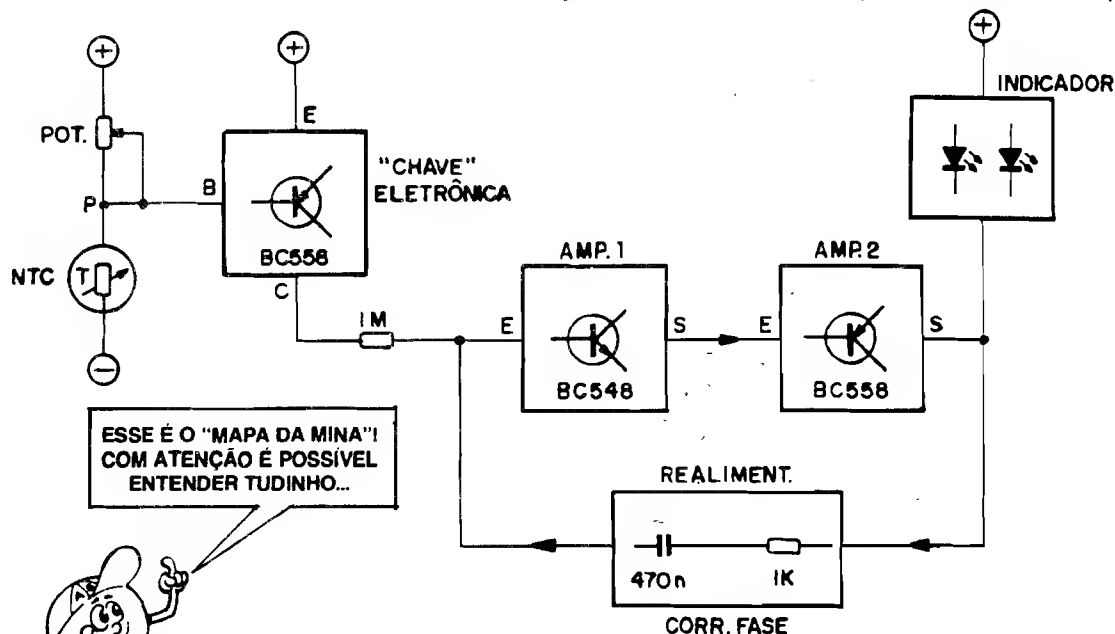



Fig. 8

Quando promovemos a utilização final de qualquer módulo eletrônico, torna-se necessário **conhecermos** muito bem seu comportamento e suas "relações" com os dados de **input** (entrada) e **output** (saída). Só assim podemos obter o máximo e o melhor do dito circuito...

●●●●●

O CIRCUITO

(COMO FUNCIONA)

- **FIG. 8** - O diagrama de blocos é a forma final que adotamos nas "Lições" práticas do ABC, para a explicação do funcionamento dos circuitos, conforme os "Alunos" já estão acostumados... A fig. 8 traz o circuito do TERMO-MONITOR devidamente "blocado", ou seja: sintetizado nos seus módulos principais de funcionamento, de modo a simplificar a interpretação... Vamos ver: logo no "começo" da "coisa", temos um nítido DIVISOR DE TENSÃO, estruturado com o "Resistor Dependente" (no caso, o TERMÍSTOR NTC) e um resistor ajustável (revejam a fig. 17 da "Lição" teórica da presente "Aula"...) que nos permite obter, no ponto "P", uma "voltagem" proporcional à Temperatura "sentida" pelo NTC (em função da sua variação de Resistência...). Sempre que a tensão, no ponto P, atingir o "degrau" de acionamento do primeiro transístor, o BC558, este - funcionando como verdadeira "chave eletrônica", "ligará ou não" (em dúvida, consultem as "Lições" Teóricas sobre os fundamentos do Transístor, em ABC nº 6...). Quando o transístor/"chave" **liga**, ele coloca o resistor de polarização (1M) em contato direto com o positivo da alimentação, permitindo então que o **amplificador 1** (BC548) comece o seu trabalho, fornecendo suficiente excitação para o **amplificador** 2 (BC558). Notem, agora, que entre a Saída "S" do segundo amplificador, e a Entrada E do primeiro, existe uma rede de **realimentação e correção de fase** (ver "Aula" nº 8, sobre o TRANSÍSTOR COMO OSCILADOR...), formada pelo capacitor de 470n e resistor de 1K, através dos quais uma "gangorra" de "liga-desliga" é estabelecida (num rítmo proporcional ao valores dos citados componentes...). Essa oscilação energiza ciclicamente os dois LEDs acoplados à Saída final do sistema, de modo que eles, normalmente "desligados", passam a acender e apagar a um rítmo de alguns Hertz (alguns "acende-apaga" por segundo...). Em síntese, esse é o funcionamento geral do conjunto... Agora "voltando" ao começo, notem que basta "inverter" as posições do sensor (TERMÍSTOR-NTC) e do potenciômetro de ajuste, para que eventualmente tenhamos também um "comportamento invertido" do primeiro bloco ativo ("chave" eletrônica), explicando-se assim a possibilidade de tanto ativar o conjunto a partir de uma "subida" na temperatura (NTC diminuindo seu valor ôhmico, e Tensão no ponto B "baixando"), ou a partir de uma "descida" na temperatura (NTC aumentando sua Resistência, com uma elevação na Tensão sobre o ponto P...). Com um pouco de raciocínio, não deve ser difícil imaginar "o quê" acontece, se trocarmos de posição o NTC com o potenciômetro (tudo acontecerá "igualzinho, porém ao contrário"...).

●●●●●

PRÁTICA 22

(22ª MONTAGEM PRÁTICA)

Luz Rítmica para carro

- **A "COISA"** - Muitos dos Leitores/"Alunos" já devem conhecer o efeito eletrônico costumeiramente denominado LUZ RÍTMICA... Para quem **não conhece**, aqui vai uma breve explicação: Você está na sua sala, ou no seu carro, escutando aquele "musicão" que tanto gosta, "curtindo" auditivamente as nuances, altos e baixos, o rítmo, o andamento, a intensidade da melodia e das suas passagens (é assim mesmo que se diz, em Música: "passagens"...). Naquele instante, basicamente **um só** dos seus sentidos (a AUDIÇÃO...) está ativo, fornecendo ao seu cérebro o **input** (Entrada de Dados) a partir do qual sua sensibilidade está sendo estimulada... MÚSICA é, realmente, "um barato", e existem poucos seres humanos "insensíveis" a ela... Agora, vamos imaginar que, **junto** com o sentido da AUDIÇÃO, pudéssemos estimular também o **principal** dos nossos sentidos (achamos que não é preciso explicar **por quê** é o "principal"...), a VISÃO...! O **input** aumentaria, seria **muito** ampliado o universo de dados sensoriais recebidos e **tão maior** ficaria a nossa sensação a respeito da obra (seja um **rock** "berrado" seja uma ária medieval...). Pois é **exatamente** esse "casamento" de sentidos (AUDIÇÃO/VISÃO) que um efeito eletrônico de Luz Rítmica proporciona! O circuito da Montagem Prática 22 "recolhe" dados na saída de alto-falante de um rádio de carro, e/ou toca-fitas e - proporcionalmente - aciona um conjunto de lâmpadas (em grande versatilidade de instalação e possibilidades...) em perfeita sincronização e "acompanhamento" com o som escutado! Os seus olhos, então, vêem o que seus ouvidos escutam, num reforço fantástico de **input** (desde, é claro, que Vocês se proponha "sentir" essa dupla sensação...). Na verdade, a "coisa" não é nenhuma novidade (foi inventada algumas décadas atrás, e é ciclicamente re-aproveitada em salões de baile, **discoteques** e por aí...), porém, que é bonita, **é**... Muitas das Revistas de Eletrônica e mesmo os Livros eventualmente disponíveis ao iniciante, trazem **vários** circuitos do gênero... Então, queremos deixar claro que a MP-22 não tem pretensões de "olha eu aqui"... É apenas **mais um** dos circuitos capazes de executar essa função... Só tem "algumas diferenças": é simples, é barato, é sensível, "não satura" (explicaremos), não interfere com o sistema sonoro ao qual vá ser acoplado e - principalmente - é suficientemente potente para (em uso automotivo, para o qual foi projetado...) acionar uma "baita luz", seja através de várias lâmpadas pequenas e coloridas instalados no veículo, seja por uma única lâmpada "solidária" ao som, seja até via uma "porrada" de LEDs (podem chegar a 50!) realmente **impressionar** a quem escuta/vê... ADVERTIMOS, contudo: "nove entre dez estrelas",

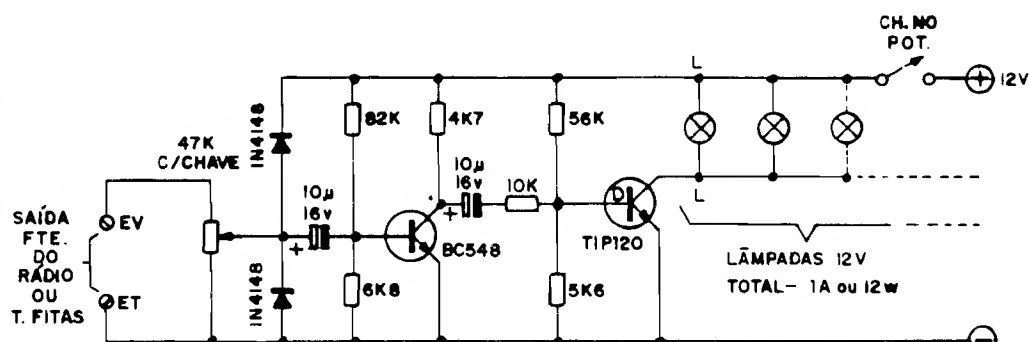
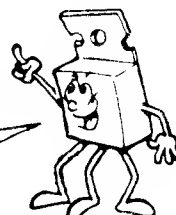



Fig. 1

acham extremamente "cafona" um efeito do gênero... Mas tem aquela história: **ninguém** "gosta" de música sertaneja, mas **todo mundo** "se amarra" em Chitãozinho & Chororó (ou seria "Xororó"...?).

- **FIG. 1** - O "velho esquema"... Particularmente, nesse diagrama, só não compreende quem estiver muito "largadão", já que tratam-se de blocos amplificadores básicos (os detalhes serão dados no item final da presente "Lição", no "O CIRCUITO - COMO FUNCIONA"...). "Pra variar", é só uma questão de interpretar os símbolos, verificar **quê** componentes eles representam, **como** eles se encontram interligados no circuito (e com "qual propósito"...), parametrar (isso quer dizer "ver e/ou estabelecer as grandezas ou medições") o caminho dos sinais e variações envolvidos, etc. Para os Leitores/"Alunos" que acompanham ABC desde a 1ª "Aula", a interpretação de um arranjo circuital basicamente tão simples não deve apresentar problemas...

- **FIG. 2** - Como sempre, os componentes mais importantes (e aqueles em que eventuais dúvidas de identificação de terminais possam ocorrer...) são visualmente detalhados: aparências, símbolos, indicação dos terminais, etc. Não há "grandes novidades" no grupo, porém é sempre bom relembrar certos aspectos práticos (com o tempo, tudo isso ficará "automaticamente" fixado na mente do Leitor/"Aluno", e as interpretações acabam sendo feitas "sem sentir"...):

- **TRANSÍSTOR "DARLINGTON"** - Já fizemos uma rápida abordagem desses "super-transístores", em "Aula" anterior... Embora "por fora" pareça um único e simples transístor bipolar de potência, na verdade, "lá dentro" tem **dois** transístores completos, ou seja: dois "sanduíches" semicondutores, cada um deles estruturando seu **coletor**, seu **emissor** e sua **base**... São industrialmente feitos sobre o **mesmo** substrato de silício, com o que a "dupla" pode ficar tão compacta quanto seria o tamanho de apenas um componente ativo... Eletricamente, eles se encontram interligados de modo a **multiplicarem** seus ganhos (fatores de amplificação) de Corrente... O primeiro desses dois transístores internos, têm parâmetros de uma unidade de baixa potência, porém de ganho elevado... O segundo, está construído para manejar altas correntes e potências, porém é dotado de ganho reduzido... Com o casamento, temos um conjunto capaz de controlar grandes correntes, e sob uma amplificação bastante elevada (é comum que um **Darlington** apresente um ganho de 1.000, ou até mais...). O código usado no circuito da MP-22 é um TIP120, com todas essas desejadas características, que contribuem principalmente para grande redução na quantidade de peças no circuito...

- **TRANSÍSTOR "COMUM"** - O circuito da LUZ RÍTMICA PARA CARRO usa ainda um transístor "comum", tipo BC548, que já deve estar mais do que "manjado" por todos os Leitores/"Alunos"... De qualquer modo, como trata-se de componente **polarizado**, com terminais necessariamente "identificáveis", lá estão (na figura...) todos os dados visuais, para que não ocorram inversões ou erros de ligação...

- **DIODOS** - No circuito são dois, comuns, tipo 1N4148. Aparência, símbolo e terminais estão detalhados na figura (também já "é hora" de Vocês todos terem "decorado" essas questões... Logo, logo, essa "moleza" também terminará...).

- **CAPACITORES ELETROLÍTICOS** - A MP-22 usa dois eletrolíticos, de idêntico valor (10u x 16V). A figura mostra seus dois "modelos" mais comuns (a esquerda com terminais radiais e à direita com terminais axiais), bem como o respectivo símbolo e a identificação da polaridade dos terminais. Normalmente os fabricantes inscrevem, sobre o corpo do componente, dados quanto à polaridade, porém é sempre bom lembrar que no tipo "radial", o terminal **positivo** costuma ser o mais longo, enquanto que no tipo "axial" o terminal **positivo** sai da extremidade que contém um pequeno ressalto em torno da peça, ou então sai de uma região isolada do corpo do componente.

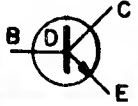
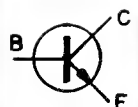
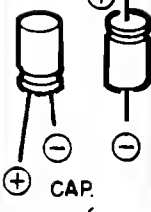



Fig. 2

- **SOBRE A "LISTA DE PEÇAS"** - Sem componentes "problemáticos" no circuito da MP-22, devendo ainda o Leitor/"Aluno" notar a possibilidade de algumas equivalências "salvadoras": o próprio transístor **Darlington** TIP120 pode, sem problemas, ser substituído por alguns de seus "irmãos de série", como o TIP121 ou o TIP122. Quanto ao BC548, tratando-se de um transístor "universal", tem um "monte" de substitutos, entre eles seus

LISTA DE PEÇAS

(22ª MONTAGEM PRÁTICA)

- 1 - Transístor **Darlington**, TIP120 (NPN)
- 1 - Transístor BC548 ou equival. (NPN, baixa frequência, bom ganho).
- 2 - Diodos 1N4148 ou equival.
- 1 - Resistor 4K7 x 1/4W (amarelo-violeta-vermelho)
- 1 - Resistor 5K6 x 1/4W (verde-azul-vermelho)
- 1 - Resistor 6K8 x 1/4W (azul-cinza-vermelho)
- 1 - Resistor 10K x 1/4W (marrom-preto-laranja)
- 1 - Resistor 56K x 1/4W (verde-azul-laranja)
- 1 - Resistor 82K x 1/4W (cinza-vermelho-laranja)
- 1 - Potenciômetro 47K (c/chave)
- 2 - Capacitores (eletrolíticos) 10u x 16V
- 1 - Placa de Circuito Impresso específica para a montagem (5,1 x 3,0 cm.)
- 2 - Pedaços de barra de conetores parafusáveis (tipo "Sindal"), sendo um com 2 segmentos e um com 4.
- - Fio e solda para as ligações

DIVERSOS/OPCIONAIS

- 1 - Caixa para abrigar a montagem. Como o bloco circuital, propriamente, é de pequenas dimensões, mesmo considerando a inclusão do controle/potenciômetro no conjunto, qualquer modesto **container** padronizado, de baixo custo, poderá ser usado no encapsulamento final da montagem. Existem, inclusive, alguns já dotados de abas ou "orelhas" para fixação por parafusos, o que torna bastante prática a sua eventual instalação sob o painel do veículo... É só pesquisar um pouco, nas lojas.
- 1 - **Knob** para o potenciômetro. Tem um "quaquilhão" de modelos, cores, etc., à escolha.
- - **AS LÂMPADAS** A SEREM CONTROLADAS PELO CIRCUITO - Esse é um assunto que, embora por razões técnicas "relegado" à classificação em "OPCIONAIS/DIVERSOS", tem grande importância na implementação final da MP-22... Conforme se vê no esquema (fig. 1), existem LIMITES, não para a **quantidade** de lâmpadas, mas para a SOMA das suas Correntes, ou para a SOMA das suas "Wattagens". Quanto à Tensão, o único requisito é que todas as lâmpadas controladas sejam para 12V (Tensão nominal do sistema elétrico dos carros...). Agora vamos a alguns exemplos elucidativos: se as lâmpadas escolhidas forem para Corrente de 100mA, poderão ser ligadas **até** 10 unidades (nada impede que **menos de 10** sejam ligadas...), mantendo-se o "respeito" ao limite de 1A para a Corrente total. Também são comuns pequenas lâmpadas de 12V para Correntes menores, de 40 ou 60mA... Respectivamente, em tais casos, poderão ser controladas até 25 lâmpadas, ou até 16 unidades... Eventualmente, o dado "conhecido" sobre as lâmpadas (principalmente se forem unidades normalmente destinadas ao uso **em veículos**, mesmo...) será a sua "wattagem" (e não a Corrente...). Nenhum problema: se cada lâmpada estiver especificada para "2W", poderão ser usadas até 6 (mantendo o parâmetro máximo de 12W da MP-22...). Já lâmpadas - por exemplo - de "1W", poderão ser controladas numa quantidade de até 12, e assim por diante... Existem, é claro, muitas possibilidades combinatórias (algumas delas estão detalhadas no fim da presente "Lição" Prática...); inclusive com o controle de uma única lâmpada de boa potência, ou de uma "pancada" de LEDs (cada um protegido por resistor...). Veremos isso, como dito, lá no final...

"companheiros da Turma BC", como o BC547, o BC549, etc. Os diodos 1N4148 também são de uso geral, podendo ser considerados como equivalentes (para as funções no circuito) o 1N914, o 1N4001, etc. Já quanto aos Resistores comuns, embora a configuração circuital seja muito simples, sua adequação de valores foi cuidadosamente calculada para o melhor desempenho... Assim, **não** se recomenda "experimentações" com tais valores, que devem ficar rigidamente conforme indicado na LISTA DE PEÇAS...

- **FIG. 3** - O **lay out** da face cobreada do Circuito Impresso, em tamanho real. O desenho é simples, pequeno, fácil de realizar... O Leitor/"Aluno" deve notar as trilhas e ilhas um tanto avantajadas junto a uma das laterais menores da plaquinha... Explicando: por tais traçados, circulará substancial Corrente (até 1A, de acordo com os limites do circuito...) e assim as áreas cobreadas devem apresentar dimensões compatíveis, para evitar o aquecimento (que pode ocasionar o "descolamento" da película cobreada do substrato de fenolite...). No mais, "sem segredos": basta consultar as "Aulas" anteriores a respeito, e realizar a plaquinha, "com uma mão amarrada às costas"...

- **FIG. 4** - A montagem propriamente tem sua realização visualmente "mastigada" na fig. 4, que traz o

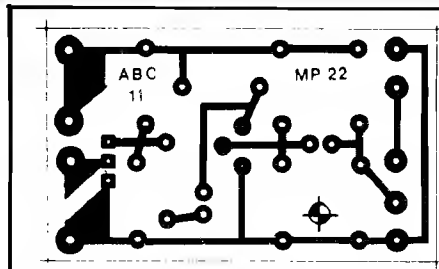



Fig. 3

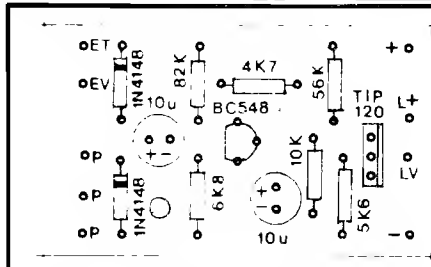



Fig. 4

"famoso chapeado", ou seja: uma visão real, estilizada, de todos os componentes nas suas devidas posições, sobre a face não cobreada do Impresso... Conforme é norma em ABC, não usamos códigos "chatos" (que exigem um segundo acompanhamento via LISTA DE PEÇAS) como "R1, R2, C1, C2, TR1, TR2, etc.". Mostramos, sim, as completas identificações de **cada** componente, pelos seus "nomes" inteiros, valores e outras referências importantes para o bom termo da montagem! Então, é tudo uma questão de ATENÇÃO, de observar principalmente o posicionamento dos componentes **polarizados** (transístores, diodos e capacitores eletrolíticos, no caso...) e os valores das demais peças, em função dos exatos locais que ocupam na placa... De qualquer modo, enfatizamos que uma consulta atenta a diversas (e importantes) "Aulas" anteriores deve ser sempre feita quando surgirem dúvidas a respeito dos procedimentos básicos de montagem... ABC é um "Curso" dinâmico, porém se o caro Leitor/"Aluno" apenas **agora** chegou à "Escola", não tem outra saída a não ser atualizar-se rapidamente, providenciando a aquisição dos Exemplares/"Aula" que ficaram para trás, e que contém dados, informações e conceitos imprescindíveis ao bom aproveitamento de todos...

- FIG. 5 - As conexões fora da placa (potenciômetro, terminais de alimentação, Entrada e Saída...) encontram-se detalhadas no desenho, que mostra a plaquinha ainda pelo seu lado não cobreado (os componentes sobre a placa não são mais mostrados, pois agora isso não é importante...). O "QUEIMADINHO" está lá, "agourando", achando que Vocês vão se "embananar" com aqueles vários fios... Temos, porém (assim como o "CABECINHA"...) certeza de que todos os Leitores/"Alunos" são naturalmente dotados da suficiente dose de atenção e cuidado (os poucos que "não tinham isso", desenvolveram tais aptidões ao longo dessas 11 "Aulas"...). Cada uma das ilhas de ligação periférica da placa está devidamente codificada (comparar com a fig. anterior), de modo a não persistirem dúvidas... Observem, porém, a necessidade de se codificar também, direitinho, todos os segmentos das barras de conexão ("Sindal"), já que tais pontos representam os contatos do circuito com o "mundo exterior", e não pode haver trocas, erros ou inversões (se não o circuito não funcionará, e danos poderão ocorrer com os componentes...). Notar, especialmente, as ligações ao potenciômetro (único componente que fica fora da placa), inclusive aos seus terminais da "chave", que ficam na retaguarda da peça. Na figura, o potenciômetro é visto pelo eixo (pela frente...). Observem, ainda, que

Fig. 5

Fig. 6

toda a fiação entre placa/potenciômetro e barra de terminais "Sindal" da direita, deve ser feita com cabos não muito fininhos, já que por eles poderá circular Corrente de até 1A (não precisa "exagero", contudo! Fio isolado nº 20 dará muito bem conta do recado...). Como todo o conjunto deverá ser encapsulado numa pequena caixa (que externamente mostrará apenas o eixo/**knob** de atuação do potenciômetro, e as duas barras de ligação tipo "Sindal"), não é necessário usar-se fiação muito longa, em nenhum caso... Na verdade, montagens "elegantes" e com aspecto profissional usam fios no comprimento **apenas suficiente** (sem aquelas imensas "sobras", feias e pouco práticas, mas também sem "faltas", que podem gerar ruptura de contatos ou ligações, quando do "encaixamento" do circuito...).

●●●●●

INSTALAÇÃO...

Tudo muito bem conferido, o conjunto pode ser "encaixado" e instalado... Um dos pontos mais convenientes, no carro, será justamente a parte inferior do painel, logo junto ao rádio/toca-fitas, de modo que os controles fiquem em posição tão acessível quanto os do dito cujo (não é bom, por questões de segurança, que o motorista tenha que fazer autênticos "malabarismos" para acionar ou regular a MP-22...).

Quanto às conexões, o circuito envolve três tipos básicos de ligações: as de alimentação, as de Entrada do sinal e as de Saída (para as lâmpadas controladas...). Vamos ver com detalhes e sugestões, cada uma dessas fases da instalação...

- **FIG. 6** - As ligações de Entrada, feitas aos pontos ET-EV do circuito. Esses códigos significam, respectivamente, "Entrada-Terra" e "Entrada-Vivo"... Basicamente devem ser ligados, por um par de fios finos (ou cabinho isolado paralelo) aos terminais de um dos alto-falantes normalmente acoplados ao rádio/toca-fitas, conforme diagrama 6-A.. Como normalmente os rádios/toca-fitas são do tipo éstereo, basta escolher o alto-falante que estiver mais próximo da localização do próprio circuito MP-22... Apenas não é conveniente "puxar" o sinal de um **tweeter**, mas tratando-se de alto-falante de graves ou de médios, ou mesmo um do tipo "triaxial", sem problemas... Em algumas instalações de som em veículos, a própria "massa" ou chassis do carro é usada como um dos percursos para o sinal, entre o rádio/toca-fitas e o alto-falante (ver 6-B). Verifiquem bem se esse é o caso... Se for, basta puxar um único fio desde o alto-falante escolhido e a Entrada EV da MP-22. No alto-falante, a ligação deve ser feita ao seu terminal "vivo", que recebe o único fio vindo do rádio/toca-fitas (**não** ao seu terminal "aterrado" ou ligado ao chassis do veículo...). Quanto à Entrada ET da MP-22, esta, sim, deve ser "aterrada" ou ligada ao chassis através de um pequeno pedaço de fio, "enroscado" em algum conjunto de fixação ou parafuso que normalmente esteja em contato com a estrutura metálica do carro... Depois de feitas essas primeiras ligações, é bom ligar o rádio/toca-fitas e verificar se não ocorrem "quedas" na sonoridade normal (se a instalação estiver correta, **não ocorrerão** modificações "audíveis" no som normal do rádio/toca-fitas...).

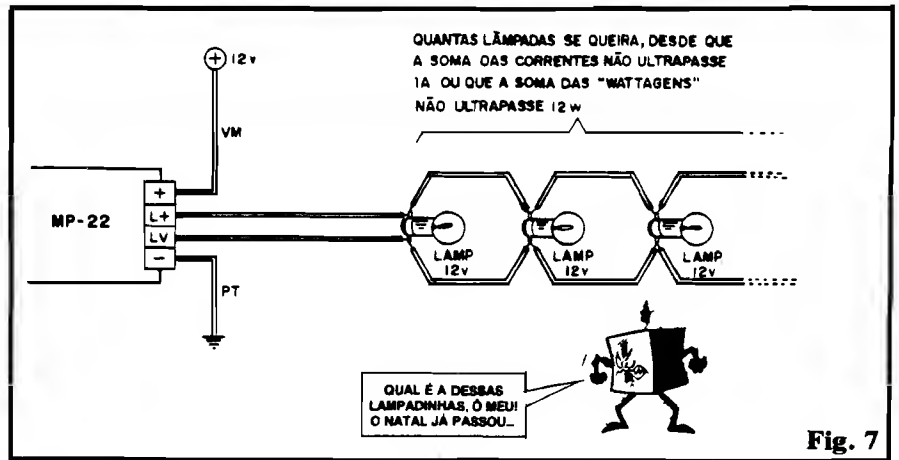



Fig. 7

- **FIG. 7** - Detalhes das conexões de alimentação e às lâmpadas controladas... Quanto à alimentação, convém usar fio **vermelho** no positivo e **preto** no negativo, conforme é norma. A ligação de "terra" (negativo) pode ser feita a qualquer ponto da massa do veículo. Os 12V positivos podem ser "puxados" do mesmo ponto do circuito elétrico que fornece energia ao rádio/toca-fitas. Observem que não há necessidade de se intercalar um interruptor, já que a MP-22 incorpora uma "chave" no seu próprio potenciômetro, destinada justamente ao controle da alimentação do dispositivo. Quanto às lâmpadas controladas, devem ficar (quando várias...) todas **em paralelo**, e seus requisitos já foram dados (todas para 12V, e com a SOMA das Correntes ficando num máximo de 1A, ou a SOMA das "Wattagens" permanecendo "dentro" de 12W...). **Onde** ficará cada lâmpada é uma questão do gosto e da vontade do Leitor/"Aluno" (ou do dono do carro...). Lampadinhas coloridas, normalmente escondidas sob o painel, darão bons resultados... Outra sugestão é colocar-se as lâmpadas, dotadas de pequenos difusores translúcidos, num pequeno sub-painel próximo ao rádio/toca-fitas ou à própria MP-22. Também podem ser posicionadas sobre os alto-falantes ou em qualquer outro local, dentro do habitáculo do veículo (não se recomenda a instalação de lâmpadas controladas do lado de fora do carro, pois os regulamentos são rigorosos a respeito, e o dono do veículo poderá receber multas ou apreensões por desrespeitá-los...). Notem que as conexões de todas as lâmpadas devem ser feitas aos pontos da barra codificados com

L+ e LV (significando, respectivamente, "Lâmpadas/Positivo" e "Lâmpadas/Vivo"...).

- FIG. 8 - Em alguns casos, se a localização das lâmpadas for relativamente distante da posição onde está instalada a MP-22, pode-se simplificar as conexões, ligando apenas **uma** das linhas da cabagem paralela à Saída "LV" da MP-22, com a "outra" linha acoplada diretamente a qualquer ponto do sistema elétrico do carro reconhecidamente sob os 12V **positivos** da bateria... Quem preferir comandar **apenas uma** lâmpada de boa potência (até 12W, lembram-se...?), poderá adotar esse tipo de conexão, que simplifica as coisas... Entretanto, nada impede que tal sistema seja também usado para conexões de várias lâmpadas, desde, obviamente, que elas estejam dispostas relativamente longe do circuito de controle... Observem que as conexões de alimentação (aos óbvios pontos "+" e "-") permanecem conforme explicado anteriormente (fig. 7).

- FIG. 9 - Para quem gosta de reais "exageros", existe uma possibilidade de controle, usando-se LEDs no lugar das lâmpadas... Embora um pouquinho mais complicada (mas ainda assim sem apresentar grandes problemas...), esse tipo de instalação traz, como "bônus", a imensa QUANTIDADE de pontos luminosos rítmicos (dá para deixar acanhada qualquer Árvore de Natal ou porta de Motel...). No caso (observar diagrama...). Na determinação do número máximo de LEDs, levam-se em conta alguns dados elementares, e uma ou duas "continhas" simples: primeiro sabemos (e quem não se lembra, basta consultar a 5ª "Aula"...) que um LED trabalha, sob ótimo rendimento, com Corrente de 20mA. Um rápido cálculo nos diz que, sob 12V, devemos proteger o LED com um resistor de 680R, sob boa margem de segurança... Considerando, então, a Corrente individual em cada consumo LED/resistor, nada menos que 50 (isso mesmo: **cinquenta**!) poderão ser confortavelmente regidos pelo circuito (ficando a demanda total da Corrente, ainda em **menos** do que o limite de 1A...). Notar, entretanto que (ao contrário de lâmpadas incandescentes comuns...) LEDs são componentes **polarizados**, e assim haverá uma "posição" correta, um único "sentido" para sua conexão às Saídas L+ e LV da MP-22, conforme indica o diagrama... Numa instalação do gênero, o interior do carro poderá ser transformada numa verdadeira "gaiola" luminosa... Conforme dissemos lá no começo da presente Seção, tem gente que acha um negócio desses de uma "cafonice" ultrajante... Por outro lado, tem gente que acha "o máximo" (perguntem a um caminhoneiro profissional, se ele não gostaria de uma parafernália dessas, na sua boléia, para, nas longas e solitárias viagens, poder embalar-se ao som - e agora também às luzes coloridas - de "Milionário e José Rico" & Cia...!?). Pessoas **gostam do que gostam porque gostam**, e ninguém tem **nada** com isso...

●●●●●

O CIRCUITO

(COMO FUNCIONA...)

- FIG. 10 - O diagrama de blocos da MP-22 enfatiza a sua grande simplicidade circuital... Inicialmente temos um potenciômetro, cujo valor bastante alto (com relação à impedância natural do al-

to-falante ao qual vai "roubar" um pouco do sinal) evita um efeito de "carga" à saída do Rádio/Toca-Fitas. Dessa maneira, a energia "absorvida" pelos 47.000 Ohms do dito potenciômetro é **tão** pequena que nossos ouvidos sequer percebem o tal "roubo" (e também para os circuitos internos do rádio/toca-fitas, esse "roubo" é desprezível...). Como "puxamos" esse "quase nada" de sinal, forçosamente precisamos de uma poderosa amplificação de modo a novamente tornar útil ou "palpável" o sinal elétrico correspondente ao Som... Assim, logo "de cara", um transístor comum, BC548, em **emissor comum**, eleva bastante o nível, polarizado cuidadosamente, mas de maneira convencional... (acompanhem também a fig. 1 - esquema...). Dois diodos 1N4148, "empilhados" e sob polarização inversa, limitam fortemente os sinais encaminhados a esse primeiro transístor, de modo que qualquer "excursão" **maior** do que aproximadamente 0,6 ou 0,7V será ceifada... Isso evita momentos de "saturação" no transístor, permitindo uma ação mais "suave" do bloco e do próprio pré-controle de atenuação efetuado pelo potenciômetro... Na saída desse primeiro bloco (**coletor** do BC548) já temos, novamente, um sinal "recomposto", em termos de nível (porém, devido a ação desse primeiro bloco, bastante "isolado" da Saída do Rádio/Toca-Fitas, de modo a não causar a este nenhum tipo de interferência, distorção ou "roubo" de potência...). Os sinais, então, apesar dos bons níveis de Tensão, ainda não apresentam **Potência** suficiente para a energização direta das lâmpadas, já que estas demandam **Correntes** substanciais... É aí que entra a ação do segundo amplificador, totalmente centrado num único transístor **Darlington** TIP120 que, graças aos seus convenientes parâmetros de **ganho** e **Potência**, "com uma mão amarrada às costas" conseguir mostrar, na Saída final, toda a energia necessária ao acionamento das lâmpadas! A polarização desse transístor também foi cuidadosamente estudada para que ele dificilmente "sature" (condição em que as lâmpadas controladas ficariam **simplesmente acesas**, sem manifestar um coerente efeito proporcional ao som). Notem, para finalizar, que os parâmetros e limites reais do TIP120 **permitiriam** níveis ainda maiores de Corrente/Potência na Saída, porém para fugir de grandes dissipadores de calor (e também porque "não haveria o que fazer" com 4 ou 5 ampéres, ou com dezenas de watts de lâmpadas, dentro de um carro...), preferimos manter as "coisas" nos limites indicados, mais do que suficientes à finalidade!

•••••